Partie 3

Diagnostics

7 Réalisation de 13 diagnostics de vulnérabilité d'entreprises de la Nièvre exposées au risque d'inondation de la Loire et de ses affluents

Emmanuelle Berthelier*, Arielle Masson* et Antoine Billaudet**
**Division LHF, SOGREAH Consultants SA, BP 172, 38042 Grenoble CEDEX 9, France*
emmanuelle.berthelier@sogreah.fr
arielle.masson@sogreah.fr ***Chambre de commerce et d'industrie de la Nièvre, place Carnot, 58000 Nevers, France*
a.billaudet@nievre.cci.fr

Résumé. — La réalisation de diagnostics de vulnérabilité d'entreprises exposées au risque d'inondation reflète l'évolution des politiques de gestion du risque d'inondation. Premièrement car ces diagnostics font appel au concept plus global de vulnérabilité et ne cherchent pas de solution uniquement dans la protection contre les crues. Ensuite parce qu'ils permettent de transmettre aux chefs d'entreprise la culture du risque et de les convaincre qu'ils sont aussi responsables de leur vulnérabilité et donc acteurs de sa diminution. La mise en œuvre de ces diagnostics auprès de 13 entreprises de la Nièvre exposées aux inondations de la Loire et de ses affluents a permis de tirer des premières conclusions sur la sensibilité des entreprises vis-à-vis de cette démarche, sur les mesures de mitigation qui semblent les intéresser et les ressources à mobiliser pour réussir le diagnostic de vulnérabilité. Un suivi à plus long terme sera nécessaire pour conforter et développer ces premières conclusions.
Mots-clés. — vulnérabilité, diagnostic, risque, inondation, mitigation, résilience.

Title. — *vulnerability assessment of company exposed to flood risk*
Abstract. — The vulnerability assessment of company exposed to flood risk reflects the recent evolution of the flood risk management policies. Firstly because it is based on the concept of vulnerability and do not focus on resistance strategies which aim at preventing floods entirely. Then because it is a way to transmit the culture of risk to companies and to convince them that they are also responsible for their vulnerability and thus actors of its reduction. The realization of these vulnerability assessments on 13 companies located in the Nievre department and exposed to floods from the river Loire and its tributaries draws the first conclusions on the sensitivity of the companies to flood risk management, the mitigation measures which seem to interest them and the skills which revealed to be necessary to achieve vulnerability assessment. Long term follow-up will be necessary to consolidate and develop these first conclusions.
Key-words. — vulnerability, assessment, risk, flood, mitigation, resilience.

7.1 Des politiques publiques en évolution vers une gestion globale du risque

7.1.1 Les entreprises, des enjeux très concernées par le risque d'inondation

Sur 36 000 communes françaises, le risque inondation concerne une commune sur trois, parmi lesquelles trois cents grandes agglomérations. Ce risque touche non seulement les populations (environ 2 millions de personnes en France) mais aussi, même si cela est moins médiatisé, les activités économiques. Lors des inondations catastrophiques qu'a connu la France durant la dernière décennie, les conséquences pour les entreprises ont représenté plus de la moitié du coût global des dommages imputables aux inondations. Les inondations provoquent non seulement un arrêt temporaire des activités au sein des entreprises et des dégradations des biens, mais également des dommages indirects tels que des pertes d'exploitation, des pertes de marché, des pollutions, etc. Le poids de toutes ces conséquences peut s'avérer si lourd qu'il conduit parfois à la disparition de l'entreprise.

7.1.2 Gestion globale du risque et concept de vulnérabilité

L'évolution actuelle des politiques publiques de gestion du risque s'oriente vers une gestion globale du risque. Cela se traduit par des actions non plus seulement focalisées sur la gestion du flux pour réduire l'aléa (digues, barrages, ...) mais par la mise en œuvre de combinaisons d'actions de protection, de prévention et d'amélioration de la résilience (capacité à réagir et à poursuivre l'activité). Le concept de vulnérabilité et son évaluation à l'échelle d'un enjeu ou d'un territoire permet de cibler ces combinaisons d'actions et

Activités
Fabrication de composants
Laboratoire pharmaceutique
Fabrication d'éclairage
Fabrication de système antivol voiture
Recyclage de matières plastiques
Grande distribution
Aciérie, tréfilerie
Grande distribution
Agro-alimentaire
Pièces automobiles

Fig. 7.1 Activités des entreprises diagnostiquées

d'évaluer leur efficacité. La vulnérabilité peut être définie comme la gravité des dommages potentiels en cas de réalisation d'un aléa ou — pour intégrer des aspects autres qu'économiques (social, psychologique, etc.) — comme la capacité à subir un évènement.

7.1.3 Les entreprises, des acteurs de la gestion globale du risque d'inondation

Cette gestion globale du risque et la mesure de la vulnérabilité des enjeux et des territoires reposent aussi sur le fait que tous les acteurs de la société soient partie prenante de la gestion du risque, chacun à son niveau. De même que, par exemple, les services de l'État se doivent notamment de porter à connaissance le risque, que les citoyens doivent intégrer la culture du risque et que les agriculteurs ont un rôle majeur à jouer dans la préservation des champs d'expansion de crue, les entreprises peuvent elles aussi contribuer à diminuer la vulnérabilité du territoire en agissant sur leur propre vulnérabilité. Il convient cependant de noter qu'aucune obligation réglementaire ne contraint les entreprises à se préoccuper de la gestion du risque inondation (à l'exception, dans une certaine mesure, des sites soumis à autorisation selon la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). De nombreux travaux sur la connaissance de la vulnérabilité des activités économiques en Loire moyenne et les possibilités de les réduire ont été réalisés par l'Équipe Pluridisciplinaire du Plan Interrégional Loire Grandeur Nature, notamment sur le bassin de la Loire moyenne. La mise en œuvre par les entreprises d'actions de mitigation (réduction de vulnérabilité) suppose que trois points essentiels soient appréhendés :

- la connaissance de l'aléa auquel elles sont exposées ;
- la mise en évidence des points critiques ou particulièrement sensibles existants ;
- les mesures techniques ou organisationnelles qu'il est possible de mettre en œuvre.

L'objectif du diagnostic de vulnérabilité tel qu'il a été développé par l'Équipe Pluridisciplinaire du Plan Interrégional Loire Grandeur Nature est donc de fournir les informations nécessaires aux entreprises sur ces trois plans.

7.2 Objectifs et enjeux des diagnostics de vulnérabilité d'entreprises

7.2.1 Mettre en place des mesures adaptées

Les enquêtes auprès des entreprises ayant pris des mesures entre deux crises d'inondation montrent à quel point l'anticipation du risque inondation et la mise en place de moyens de prévention et de protection sont efficaces. L'efficacité de ces mesures (ne serait-ce que leur mise en œuvre) dépend beaucoup de leur adaptation à l'entreprise : sa situation vis-à-vis de l'aléa, sa sensibilité à l'inondation (directe ou indirecte) et son seuil d'acceptation du risque du fait de son fonctionnement, de sa culture, etc. C'est pourquoi un diagnostic complet de la vulnérabilité s'impose en préalable à la mise en œuvre d'actions.

7.2.2 Connaître le risque, la sensibilité et les mesures de mitigation possibles

Le but du diagnostic de vulnérabilité est de permettre à l'entreprise d'anticiper le risque d'inondation et de réduire les conséquences d'un tel évènement sur les plans humain, matériel et financier. Les objectifs d'un diagnostic de vulnérabilité pour l'entreprise suivant la méthodologie développée par l'Équipe Pluridisciplinaire du Plan Interrégional Loire Grandeur Nature sont décrits dans les paragraphes suivants.

7.2.2.1 La prise de conscience de la réalité du risque inondation et de l'importance de son anticipation

Le risque d'inondation apparaît plus réel s'il s'exprime sous forme de scénarios paramétrés : fréquence, hauteur d'eau, vitesse, type d'aléas... Le diagnostic vise donc à analyser les données sur les aléas d'inondation pour les traduire par rapport à un site donné et à ses caractéristiques. Imaginer les situations de crise qui découleraient de la réalisation de ces scénarios permet de prendre conscience de la nécessité d'anticiper ces situations.

7.2.2.2 L'analyse de la vulnérabilité du site aux inondations et la mise en évidence de points critiques

Le diagnostic permet de mettre en évidence les points critiques, leur hiérarchisation et leur importance variable en fonction des moments de la crise ou des périodes pendant lesquelles l'évènement survient. Ceci permet à l'entreprise d'avoir une vision plus analytique et de distinguer les points sur lesquels elle peut agir en fonction des contraintes matérielles et organisationnelles de l'activité.

7.2.2.3 La connaissance des mesures les plus adaptées pour réduire sa vulnérabilité

Des moyens et des mesures de mitigation (réduction de la vulnérabilité) sont également proposés en fonction des

atteintes portées à l'entreprise par l'inondation. Le diagnostic permet d'élaborer un plan d'actions avec l'entreprise en sélectionnant les meilleures actions de protection à entreprendre face aux inondations à l'échelle du site.

7.2.3 Des entreprises représentatives du tissu économique local et de sa diversité

7.2.3.1 Des entreprises de taille et de secteur variés

Les entreprises qui ont participé à cette démarche étaient volontaires et ont été sélectionnées en fonction de leur secteur d'activité et de leur taille, représentatives du tissu économique local. Les effectifs de ces entreprises varient entre 30 et plus de 700 personnes.

7.2.3.2 Perspective d'extension des diagnostics

Ces entreprises ont été sélectionnées dans une logique d'étendre les diagnostics au plus grand nombre d'entreprises exposées au risque d'inondation. La réalisation de ces diagnostics dans des situations aussi variées permet d'appréhender un grand nombre de cas de figure ; les entreprises choisies seront à même de témoigner pour les autres entreprises qui se retrouveront dans les cas étudiés.

7.3 Mise en œuvre des diagnostics de vulnérabilité

L'Équipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature a réalisé un guide pour la conduite des diagnostics de vulnérabilité aux inondations pour les entreprises industrielles (Bruno Ledoux Consultants, SAGERIS, 2001). Ce guide est par ailleurs en cours de remise à jour avec l'assistance d'ARMINES. La méthodologie suivie s'appuie sur cet outil et comporte les trois étapes présentées en figure **7.2**.

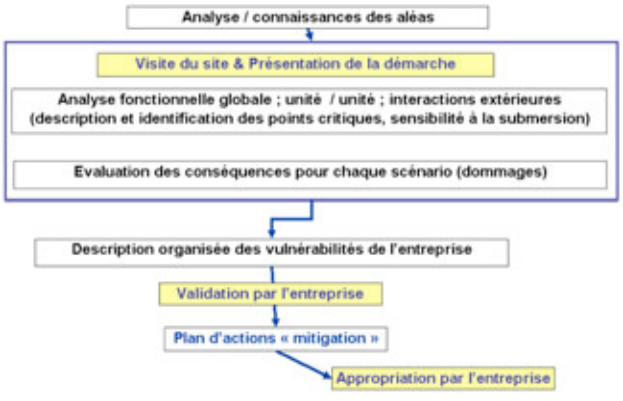

Analyse / connaissances des aléas
Visite du site & Présentation de la démarche
Analyse fonctionnelle globale ; unité / unité ; interactions extérieures
(description et identification des points critiques, sensibilité à la submersion)
Evaluation des conséquences pour chaque scénario (dommages)
Description organisée des vulnérabilités de l'entreprise
Validation par l'entreprise
Plan d'actions « mitigation »
Appropriation par l'entreprise

Fig. 7.2 Organigramme méthodologique du diagnostic

7.3.1 Aléas et conditions de gestion de crise

La première étape, préalable à la visite du site, concerne l'aléa et les conditions de gestion de crise en cas de survenue de l'aléa. Lors de cette étape, les informations disponibles sur l'aléa sont recensées et collectées puis analysées au regard de la situation géographique du site. La définition des scénarios d'inondation est réalisée à partir de la synthèse des connaissances disponibles sur les aléas inondation auprès des acteurs locaux (DIREN, DDE, opérateurs de réseaux d'eau, etc.).

Les scénarios sont ensuite affinés en fonction des caractéristiques du site identifiées lors de la visite. L'aménagement et la topographie des sites, étayés si besoin par des levés topographiques complémentaires, permettent l'interprétation des connaissances générales au niveau de chaque site :

- caractérisation des alentours du site : occupations des sols, pente, ... ;
- caractérisation du site (points bas et hors d'eau, obstacles, axes d'écoulement préférentiel (digues, routes)...) ;
- intégration des éléments dépendants (réseaux...).

Parmi les scénarios définis, un petit nombre de scénarios de gravités différentes est retenu pour le diagnostic : le choix de ces scénarios est réalisé par l'entreprise en fonction de la sensibilité et du niveau de risque qu'elle souhaite gérer (par exemple : fréquent, important, rare, etc.). Les informations concernant la gestion de la crise sont également collectées afin d'établir les procédures existantes extérieures au site concernant l'annonce des crues, les moyens prévus en terme de matériel et d'information, l'organisation de la gestion de la crise, les méthodes et les délais d'intervention, etc.

7.3.2 Évaluation de la vulnérabilité du site

La deuxième étape se déroule pendant et après la visite de site et consiste à évaluer la vulnérabilité proprement dite. La phase essentielle de cette étape est la visite du site : il s'agit d'une visite détaillée du site, de ses infrastructures, de ses unités. Au cours de cette visite, des échanges avec les personnes clés de l'entreprise ont lieu ; ces échanges visent à :

- appréhender le fonctionnement global (quelles sont les productions avec quels moyens, quels intrants, quels clients finaux, quelles contraintes générales, etc. ?),
- estimer la sensibilité de chaque entité constitutive du site par rapport à l'inondation,
- évaluer l'importance de la dépendance des entités les unes par rapport aux autres (le dysfonctionnement d'une entité peut générer un blocage général),
- identifier les points critiques dans le fonctionnement de l'entreprise (par exemple : une machine spécifique peut demander des mois de réparation ou de fabrication si elle a besoin d'être réparée ou changée),
- étudier les spécificités de l'entreprise en terme d'organisation, de productions, de personnel, etc., qui conditionnent en partie sa vulnérabilité,
- identifier les types de personnel de l'entreprise (qualifications, flexibilité, localisation, etc.),
- déterminer les conditions de gestion de la crise en moyens humains et matériels,
- évaluer la couverture assurantielle par rapport aux risques.

L'analyse du fonctionnement de l'entreprise suivant les scé-

narios d'inondation établis, ainsi que l'analyse historique des sinistres vécus par l'entreprise permettent de recenser les conséquences d'une inondation pour l'entreprise en terme de :

- dommages directs : pertes des produits finis, des stocks, des équipements, dommages aux matériaux de structure (exemple fréquent : infiltration de l'eau dans les isolants des murs ou destruction par impact d'un élément charrié par l'eau (arbre dans une vitre), nettoyage, etc. ;
- pertes d'exploitation et les effets associés (pénalités, ...) : dépendant du nombre de jours d'arrêt avant remise en état ;
- conséquences pour le personnel (impact psychologique, chômage technique, etc.) ;
- effets induits : pertes de clientèle, incendie — explosion, pollution, atteintes au tiers.

Les conséquences de différents scénarios d'inondation et leur gravité sont ensuite évaluées à partir de cette visite, de l'expertise des dégâts dus aux inondations et des expériences du site en matière d'inondation ou d'autres sinistres. La restitution de cette analyse sous forme de tableaux présentant les niveaux de gravité des différentes conséquences permet une gradation des scénarios (tableau **7.1 p. 79**). Les notes de gravité s'échelonnent de 1 (conséquences négligeables) à 4 (conséquences très graves) selon la méthodologie employée (Guide pour la conduite des diagnostics de vulnérabilité aux inondations pour les entreprises industrielles (Équipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Bruno Ledoux Consultants, SAGERIS, 2001)).

Cette notation de vulnérabilité permet d'obtenir une gradation qui peut s'avérer différente de la gradation hydraulique exprimée en fréquence ou occurrence de la crue. Les exemples de la figure **7.3 p. 80** permettent d'illustrer ceci. On voit que pour 3 scénarios, on peut avoir :

- soit une courbe d'aggravation des dommages qui suit la même pente que l'occurrence des crues (entreprise 1) ;
- soit une pente qui diffère, plus importante entre les scénarios 1 et 2 puis moins importante entre les scénarios 2 et 3 dans le cas de l'entreprise 2 (sorte de palier) : dans ce cas, les mesures les plus « efficaces » concerneront le scénario 2 ; au-delà le « gain » obtenu sera moindre.

Cette analyse a pour but d'identifier les pistes d'actions de réduction de vulnérabilité. D'autre part, cette étude met en évidence les points critiques sur lesquels l'entreprise doit axer ses priorités.

7.3.3 Plan d'actions de mitigation

La dernière étape est l'élaboration de recommandations visant à réduire la vulnérabilité. Il s'agit dans cette partie d'identifier les mesures de mitigation les plus adaptées pour les entreprises parmi la palette d'actions possibles sur le plan technique (ex. : batardeau, obturation des réseaux, rehaussement des éléments électroniques des machines) ou organisationnel (ex. : plan d'urgence, gestion des approvisionnements en période de crue). L'analyse d'efficacité de ces mesures met en évidence le gain attendu de la mesure en matière de réduction des vulnérabilités et éventuellement le montant des dommages évités ainsi que le coût et les contraintes de mise en œuvre de la mesure. Le processus décisionnel appartient à l'entreprise qui doit s'impliquer afin de cerner au mieux ses volontés et ses possibilités pour pérenniser les mesures de réduction de la vulnérabilité. L'efficacité des mesures mises en place dépend également du suivi qui sera adopté par l'entreprise. Les priorités et les objectifs des mesures conseillées sont synthétisés dans un plan d'actions. Ce plan d'actions, et la démarche qui a permis d'y aboutir, sont présentés au cours d'une réunion bilan qui réunit les personnes-clés des entreprises autour des chefs d'entreprise.

7.4 Résultats

7.4.1 Des entreprises sensibilisées et réactives

Les entreprises qui ont fait l'objet de ce diagnostic se sont toutes montrées intéressées et convaincues par ce travail. Les indicateurs suivants notés entre parenthèses sont les éléments qui étayent les différents axes d'intérêts :

- Intérêt pour le diagnostic de vulnérabilité (présence des personnes à responsabilités et notamment du chef d'entreprise à toutes les réunions et surtout à la réunion bilan) ;
- Prise de conscience de la réalité du risque (intégration des scénarios comme des évènements potentiels) ;
- Prise de conscience de la possibilité/nécessité de réagir (abandon de la posture désemparée face à une inondation adoptée en début de diagnostic pour une posture plus active) ;
- Rôle de l'entreprise face au risque/pouvoirs publics (moins de réclamations d'actions de la part des pouvoirs publics et plus de réflexions sur les actions possibles à engager en fin de diagnostic).

7.4.2 Le plan d'urgence, un élément-clé

Le plan d'urgence de l'entreprise est apparu comme un élément clé parmi les différentes mesures identifiées dans les plans d'action. C'est tout d'abord un élément très important pour améliorer la gestion de la crise et la capacité à réagir en cas d'inondation car il comporte les numéros utiles, les différents évènements auxquels on peut s'attendre, la façon de réagir, etc. Un certain nombre d'éléments sont donc déjà réunis et les prises de décisions en sont grandement facilitées. Comme il s'agit d'un document nécessitant principalement du temps de collaboration entre les intervenants (pas d'investissement financier propre au départ), il est préférablement mis en œuvre par les entreprises. Mais c'est aussi un document qui oblige l'entreprise à se projeter dans un scénario d'inondation pour lister toutes les mesures à prendre, les réflexes à acquérir, etc. Il permet donc d'appuyer d'autres mesures du plan d'actions (par exemple, si le plan prévoit la mise en place de batardeaux, il faudra que ces batardeaux puissent être installés ; cela ne peut pas rester une simple recommandation si c'est inscrit au plan

Tableau 7.1 Exemple de tableau des conséquences pour une entreprise en fonction des scénarios établis

		Gravité			
Scénario d'inondation	**Conséquences**	**Dommages directs**	**Pertes d'exploitation**	**Effets induits**	**Coûts**
Crue décennale	♦ le site n'est pas atteint directement : ♦ les réseaux (routiers, etc.) desservant le site ne sont pas perturbés ; ♦ l'eau peut s'avérer difficile à purifier.		1		xx
TOTAL = 1					
Crue vicennale	♦ le site n'est pas atteint directement ; ♦ les réseaux (routiers, etc.) desservant le site ne sont pas perturbés ; ♦ rupture de l'alimentation en eau potable (1 semaine) ; ♦ information tardive de la non potabilité de l'eau.	2	2		xxx xxx
TOTAL = 4					
		Gravité			
Scénario d'inondation	**Conséquences**	**Dommages directs**	**Pertes d'exploitation**	**Effets induits**	**Coûts**
Crue centennale (avec rupture de digues)	♦ les parties non développées du site sont inondées (20 à 50 cm d'eau) ♦ site vulnérable aux actes de malveillance ; ♦ les voiries, le parking et le bâtiment sont hors d'eau ; ♦ les réseaux EU sont susceptibles de déborder dans l'atelier de maintenance (qq cm) ; ♦ accès au site possible ; ♦ rupture d'alimentation en au potable ; ♦ les réseaux électriques et gaz sont probablement perturbés ♦ une partie du personnel est indisponible car lui-même inondé.	1 2 1 2	1 3 2 2		x x x
TOTAL = 14					

d'urgence). Enfin, il représente souvent une mesure que les entreprises souhaitent adopter car il est transposable à d'autres risques auxquels les entreprises sont culturellement plus sensibles (incendie...). Il est parfois un élément qui justifie une limitation de l'augmentation de polices d'assurances.

7.4.3 Les éléments déterminants dans les mesures de mitigation

Les diagnostics étant relativement récents, il n'existe pas de données disponibles sur les actions réellement mises en œuvre ou non. Toutefois, de par les réactions ou les commentaires émanant des réactions bilans, il est possible de préciser les mesures qui ont été les plus favorablement accueillies et qui seront donc potentiellement les plus suivies. Dans le détail, ces mesures sont différentes d'un site à l'autre — à l'exception du plan d'urgence ; cependant les critères qui sont apparus prépondérants sont :

- le coût de mise en œuvre ;
- l'absence de leviers ou blocages importants (toutes les données sont déjà réunies pour décider de l'aménagement) ;
- les contraintes imposées au fonctionnement habituel ;
- la rapidité du « retour sur investissement ».

Comme il s'agit d'un concept récent et de démarche nouvelle, il apparaît très important de favoriser toutes les mesures potentiellement instigatrices (groupe de travail, pistes de

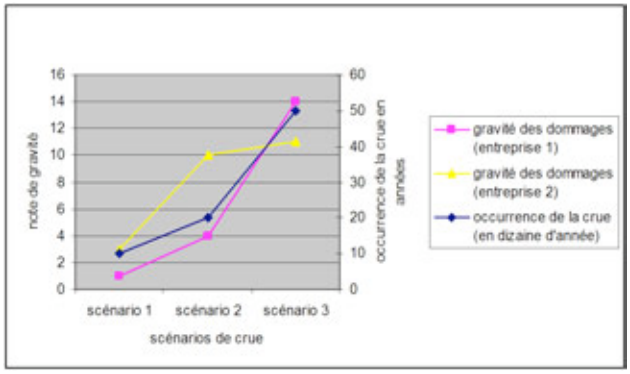


Fig. 7.3 Exemple de cotations de la vulnérabilité de deux entreprises selon trois scénarios

réflexion, ...) afin d'instaurer cette prise en compte du risque d'inondation à l'avenir.

7.4.4 Les ressources à mobiliser : reflet des aspects multiples du concept de vulnérabilité

La réalisation du diagnostic nécessite la mobilisation de ressources différentes : hydraulicien, géomètre, spécialiste des process, des réseaux, en génie civil, acteurs locaux du risque d'inondation, financiers, expert en assurances, etc. Disposer des ces ressources, même ponctuellement, permet d'affiner les résultats du diagnostic de vulnérabilité et de le rendre encore plus crédible aux yeux de l'entreprise. Ceci reflète les domaines variés auxquels fait appel l'évaluation de la vulnérabilité telle qu'elle a été abordée dans l'introduction.

7.5 Des résultats récents et des perspectives à plus long terme

Les enjeux de ces diagnostics étaient, pour les entreprises concernées, d'appréhender le risque d'inondation auquel elles sont exposées et les inciter à diminuer leur vulnérabilité. Un autre enjeu de ces diagnostics était d'inciter les autres entreprises exposées à entreprendre des démarches similaires. Pour l'instant, on ne dispose en termes de résultats que des réactions observées au cours des diagnostics et notamment lors des réunions de bilan. Ces réactions apparaissent comme positives et la reconnaissance du risque tout comme la nécessité de le réduire semblent acquises. Cependant, un suivi régulier sur le long terme des résultas serait nécessaire pour aller plus loin dans cette démarche de prévention.

7.6 Bibliographie

Équipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur, Bruno Ledoux Consultants, SAGERIS, (2001) — *Guide pour la conduite des diagnostics de vulnérabilité aux inondations pour les entreprises industrielles*.

HUBERT G., LEDOUX B. (1999) — *Le coût du risque... L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations* — Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 232 p.

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (2002) — *Inondations. Guide de remise en état des bâtiments*.

Remerciements

Nous remercions Antoine Billaudet de la Chambre de Commerce et d'Industrie de la Nièvre, Claire Devaux-Ros de l'Équipe Pluridisciplinaire Plan Loire Interrégional Grandeur Nature et Pascal Vivier de la DIREN Bourgogne pour leur collaboration et leur contribution à la bonne réalisation de cette étude.

8 Enquête post-crise et SIG pour une gestion de la vulnérabilité dans les zones inondées : application à l'échelle communale (Ivry-la-Bataille, Eure)

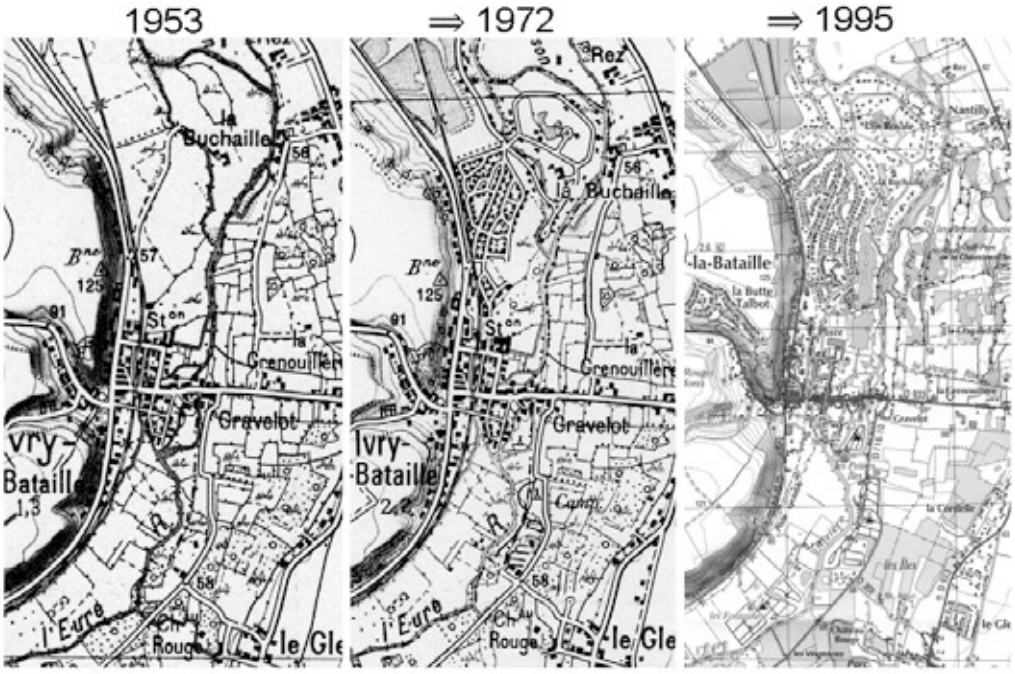
Éric Masson
Laboratoire Gestion des milieux anthropisés UMR 8141 CNRS Université des sciences et technologies de Lille, avenue Paul-Langevin, 59655 Villeneuve-d'Ascq CEDEX
Eric.masson@univ-lille1.fr

Résumé. — Cet article présente une analyse du risque inondation menée à partir d'une enquête post crise réalisée auprès des habitants victimes d'une crue trentennale sur la commune d'Ivry-la-Bataille (vallée de l'Eure, France). Les résultats obtenus sont un bilan des conséquences de la submersion pour les logements situés en zone inondée et une estimation de la connaissance du risque inondation (exposition et vulnérabilité) chez les victimes et leurs représentations des causes (naturelles ou anthropiques) et des responsabilités (institutionnelles ou individuelles) relatives au risque vécu. Cette recherche a également abouti à la constitution d'une mémoire (SIG) du risque inondation précisant la relation aléa-vulnérabilité à un niveau opérationnel, infra-communal. Les résultats obtenus constituent ainsi une base de données indispensable à la mise en place d'une gestion du risque inondation qui intègre retour sur expérience et concertation dans l'objectif de réaliser les documents réglementaires, de prévention, d'aménagement et d'optimisation des secours sur la commune d'Ivry-la-Bataille.
Mots-clés. — risque inondation, SIG, Enquête, Ivry-la-Bataille, Eure.

Title. — *Post-crisis survey and GIS for a flooded zone vulnerability management : a local scale application (Ivry-la-Bataille, Eure)*
Abstract. — This paper presents a flood risk analysis based on a post crisis survey on the consequences of a thirty year return event for the Ivry-la-Bataille inhabitants (Eure valley, France). The results obtained are an assessment of consequences for the houses located in the flooded zone and an estimation of flood risk knowledge (exposure and vulnerability) and representations of origines (natural or anthropic) and responsibilities (institutional or individual) related to the lived risk. This research also led to the constitution of a flood risk GIS memory specifying the relationship between risk and vulnerability at an operational scale. The results obtained thus constitute an essential data base in order to improve a local floodrisk management which integrates experience return and an actors dialogue, in the objective to carry out urban and prevention plans and develop mitigation and first relief optimization in Ivry-la-Bataille.
Key-words. — floodrisk, GIS, Survey, Ivry-la-Bataille, Eure.

8.1 Introduction

La commune d'Ivry-la-Bataille est située dans la vallée de l'Eure, affluent de la Seine en rive gauche en amont de Rouen. Ce cours d'eau de domaine sédimentaire draine une surface d'environ 6 000 km^2 pour une productivité hydrologique inférieure à 4 l/s/km^2. Cependant, derrière cette apparente indigence hydrologique, le risque hydrologique n'est pas absent (E. Masson, 2002). En janvier 1995, une crue de type trentennale affecte l'ensemble du bassin versant de l'Eure. Aucun événement hydrologique d'une telle ampleur n'avait été observé depuis la crue de 1966, dont la période de retour a, quant à elle, été estimée à 44 ans (SOGREA, 2000). Dans l'intervalle 1966-95, le bâti d'habitation s'est développé en fond de vallée dans le bassin de l'Eure, suivant ainsi la dynamique nationale relative aux phénomènes de périurbanisation et de rurbanisation. Dans la vallée de l'Eure, la quasi absence de documents réglementaires de prévention intégrant le risque inondation et la cartographie confidentielle des zones inondées réalisée par la DDE ont concouru à une augmentation massive des enjeux en zone inondable.
L'analyse des conséquences de la crue de janvier 1995 (E. Masson, 1996, 2002) identifie Ivry-la-Bataille comme la commune la plus sinistrée du bassin versant de l'Eure. Une enquête post crise y a été menée (E. Masson, 1996), sur le thème de la vulnérabilité des habitations exposées et des représentations individuelles des causes (naturelles ou anthropiques) et des responsabilités (institutionnelles ou individuelles) relatives au risque vécu dans 141 communes du bassin versant de l'Eure (E. Masson, 2003), incluant celle d'Ivry-la-Bataille. La base de données résultant du dépouillement de l'enquête, couplée à un levé de terrain du



Source : IGN carte à 1/50000 (1953, 1972) et à 1/25000 (1995)

Fig. 8.1 Évolution de la construction en fond de vallée dans la commune d'Ivry-la-Bataille (période 1953-1995)

style architectural du bâti d'habitation, a permis de renseigner un SIG. Celui-ci constitue de ce fait une mémoire du risque inondation à l'échelle infra-communale. Il précise la relation aléa-vulnérabilité à un niveau opérationnel, indispensable à la mise en place d'une gestion durable du risque inondation intégrant retour sur expérience et concertation. L'objectif est ainsi de proposer une aide décisionnelle dans la réalisation des documents réglementaires, de prévention, d'aménagement et d'optimisation des secours à partir d'une méthodologie testée sur la commune d'Ivry-la-Bataille.

8.2 Les conséquences de la crue sur la commune d'Ivry-la-Bataille

Dans la commune d'Ivry-la-bataille, l'occupation du sol en fond de vallée est majoritairement composée par des surfaces urbaines (64 %) principalement dédiées à l'habitat individuel et au réseau routier. Les zones « naturelles », prairies (32 %) et l'hydrographie (4 %) ne totalisent donc qu'un peu plus du tiers de la surface située en zone sensible. La construction en zone inondable (figure **8.1**) a régulièrement progressé dans la commune au détriment des anciens terrains communaux dont la vocation était traditionnellement celle de pâtures dédiées à un élevage de type extensif.

Lors de la submersion consécutive à la crue de janvier 1995, la quasi-totalité de ces anciennes prairies humides (160 ha) s'est retrouvée inondée (photo **8.2 p. 83**). Les logements individuels constituent alors le principal type d'enjeu exposé avec quelques équipements collectifs (école, terrain de sport, parking...) dont certains de première importance (centre de secours et d'incendie, gendarmerie...) et quelques entreprises.

À l'échelle du département de l'Eure, Ivry-la-Bataille est gravement sinistrée et la situation nécessite l'envoi de nombreux renforts pour aider les secours locaux à faire face au nombre d'interventions nécessaires à la réduction des conséquences de la crue (sauvetage de biens et de personnes, mise en sécurité des sources de pollution ...) durant la période de crise (figure **8.3 p. 83**). En effet, 43 % de la population communale, soit près de 1 100 habitants sont directement concernés par les inondations (Masson E. 2002).

Parmi les 400 logements concernés par les inondations, 46 foyers ont été évacués et une quarantaine de famille a été provisoirement hébergée dans une salle municipale. Les 161 protections de biens (relevage de meubles, mise en sécurité de matériel électrique...) et les 32 épuisements (pompage dans les sous-sols et caves) constituent l'essentiel des missions réalisées par les Services d'Incendie et de Secours à Ivry-la-Bataille. La commune a ainsi totalisé à elle seule 18 % de l'ensemble des actions de secours archivées au SDIS 27 pour l'événement hydrologique de janvier 1995.

L'enquête post crise menée auprès de la totalité des foyers des zones inondées a permis de dresser un bilan de la vulnérabilité du bâti d'habitation dont 51 % ont été construits depuis 1967 sur des terrains inondés et cartographiés comme tels lors de la crue de 1966. La vulnérabilité des logements est principalement liée au grand nombre de caves/sous-sols : 65 % du bâti en zone inondée, dont plus de 90 % ont été touchés lors de la crue de janvier 1995 (figure **8.4**

Fig. 8.2 Vue d'ensemble de l'inondation de janvier 1995 à Ivry-la-Bataille

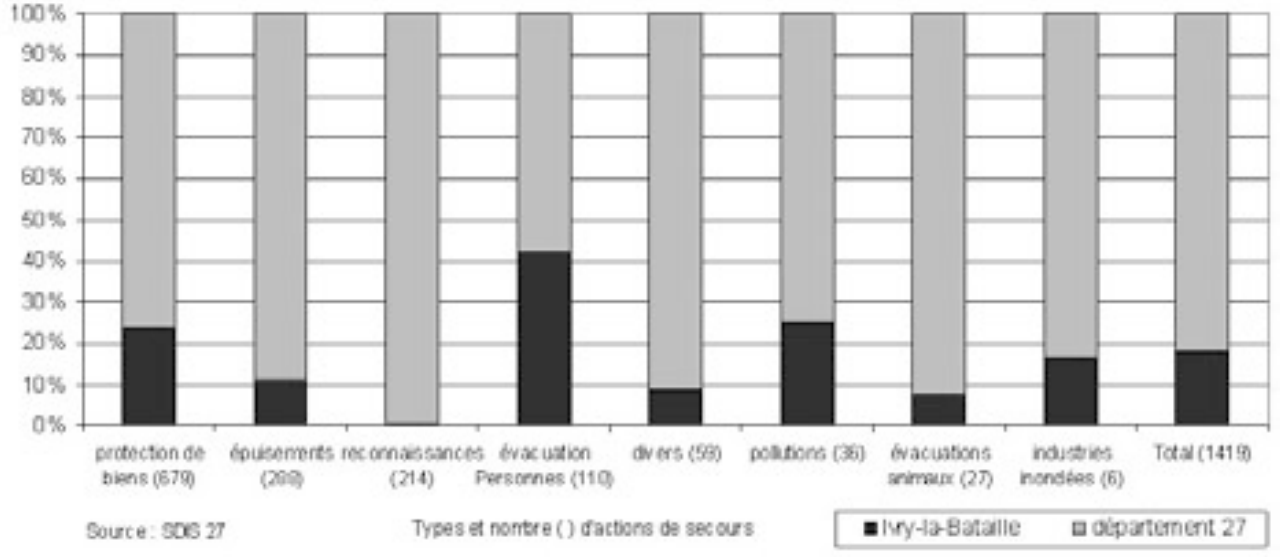


Fig. 8.3 Répartition des actions menées par les services de secours et d'incendie d'après les comptes rendus d'opération archivés au SDIS 27

p. 84). En effet, cette partie du bâti d'habitation concentre des biens matériels à forte valeur ajoutée (voiture, matériel électrique divers...) mais aussi des éléments essentiels au fonctionnement du foyer (chaudière, central électrique, congélateur...). Les dépendances (garages, abris de jardin, entrepôts...), systématiquement inondés (figure 3), participent également à la vulnérabilité globale des zones sinistrées. Bien que les rez-de-chaussée inondés ne concernent qu'un petit quart des habitations, les dommages y sont pourtant très importants car les durées de submersion dépassent localement plus d'une semaine en raison de la lente montée des eaux et de la décrue. Ce phénomène typique des crues de plaines sédimentaires en domaine océanique entraîne de sévères atteintes à la salubrité du bâti.

Les coûts directs estimés par les habitants atteignent près de 9000 KF en 1995 (soit approximativement 1370 K€). Cependant, au moment de l'enquête, les assurances n'avaient pas encore remboursé les sinistres, limitant ainsi les possibilités d'estimation de pertes directes par les répondants.

Ce retour sur expérience réalisé à l'échelle du foyer et généralisé sur l'ensemble de la commune a donc permis de constituer une base de données aléa/vulnérabilité qui, pour des raisons d'anonymat, est restée géoréférencée au niveau de la rue. Ce principe de retour sur expérience est largement reconnu (Condemine J.-P., 2000 ; Ledoux B., 2000) pour son utilité dans l'estimation de la vulnérabilité socio-économique des territoires dont la complexité impose des incertitudes non négligeables dans les outils de modélisation (Torterotot J.-P., 1993 ; Hubert G. et Ledoux B. 1999).

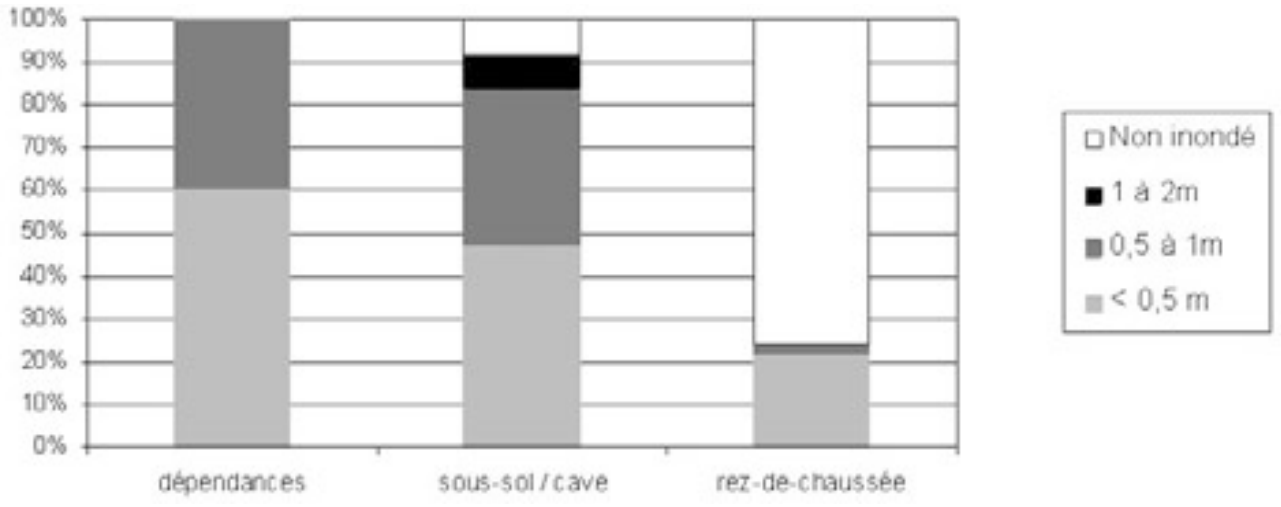


Fig. 8.4 Répartition des hauteurs de submersion dans les habitations des zones inondées d'Ivry-la-Bataille (source : enquête E. Masson, 1995)

8.3 Représentation post crise du risque chez les victimes de la crue de 1995

Pendant la période 1962-1999, l'accroissement de la population est de + 55,3 % sur la commune (source : PSDC, INSEE R.G.P. 1962, 1999). Cette population s'installe et construit principalement dans les zones inondables sans pour autant bénéficier d'une mémoire de l'aléa. Ainsi, l'inondation de janvier 1995 est perçue par les habitants comme un événement d'ampleur exceptionnelle, anormal, car jamais observé dans une telle combinaison intensité de l'aléa/densité des enjeux. De fait, plus de 70 % des habitants d'Ivry-la-Bataille estiment ne pas avoir connu d'événement comparable et avoir subi des perturbations importantes dans leur vie et leur mobilité quotidiennes au cours des dix dernières années (Masson E., 1996). Malgré un niveau d'enjeu humain quasi nul, les populations du bassin versant de l'Eure ont été très affectées par les conséquences directes mais aussi indirectes de l'inondation. Cet impact peut paraître d'un premier abord démesuré car les crues de l'Eure ne génèrent pas de phénomènes hydrologiques violents en comparaison des tristement célèbres crues cévenoles. Néanmoins, la montée des eaux, lente et inéluctable déstabilise profondément les populations exposées aux crues de plaine (Colbeau-Justin L. et De Vanssay B., 2001).

Deux questions étaient ainsi posées aux victimes concernant les impacts des inondations sur leur vécu quotidien et aussi, plus spécialement, sur leurs déplacements (fig. **8.5**).

À la première question, c'est majoritairement le thème de la perte de confort (coupures d'électricité, chauffage, téléphone, eau potable...) qui apparaît en principale citation (29 %) après analyse du contenu sémantique des réponses. Deux autres thèmes s'en rapprochent également en nombre de citations. Ils concernent les conséquences « psychologiques » et les difficultés liées à la mobilité (chacun 21 %). Ce dernier thème justifie par ailleurs la pertinence de la seconde question, posée quant à elle sur les effets indirects de l'inondation dans les déplacements des victimes lors de la crue de janvier 1995.

Les réponses obtenues à cette seconde question ouverte présentent des redondances avec la première, renvoyant ainsi les problèmes de mobilité à leurs conséquences dans le vécu quotidien de l'inondation. Cependant, les répondants qualifient mieux l'impact sur leurs déplacements avec un thème prépondérant (38 %), relatif à la « difficulté » qu'impose la submersion des moyens de locomotion et du réseau routier sur la mobilité professionnelle et celle liée au fonctionnement des ménages (courses, santé, loisirs...).

Pour estimer les représentations que les victimes avaient des conséquences de la crue de janvier 1995, deux autres questions ouvertes ont été posées. La première concernait les causes et responsabilités supposées concernant le risque subi. La seconde interrogeait les victimes sur les solutions qu'elles envisageaient devoir être mises en œuvre pour lutter contre le risque inondation.

Concernant les causes et responsabilités (figure **8.6 p. 85**), c'est la gestion des rivières (31 %), la dégradation du milieu (28 %) et l'urbanisation (20 %) des zones inondables qui représentent l'essentiel des thèmes exprimés. Lorsque que l'on analyse les sous thèmes, c'est plus précisément le mauvais entretien (14 %) des cours d'eau (lits, berges, ripisylve, affluents...) et des ouvrages de régulation/protection (11 %) ainsi que la problématique du zonage urbain (9 %) qui sont mis en avant par les répondants.

Chez les victimes, l'impact négatif de la société sur le fonctionnement de l'hydrosystème occulte donc complètement l'importance de l'aléa, une période de retour trentennale, et un phénomène climatique généralisé à l'ensemble de l'Europe du nord-ouest, qui est pourtant le processus expliquant l'ampleur des inondations subies en janvier 1995.

Concernant les solutions envisagées, c'est l'entretien des cours d'eau (32 %), la gestion des débits (28 %) et la prévention (22 %) qui sont les principaux thèmes proposés par les répondants (figure 5). L'analyse des sous thèmes révèle

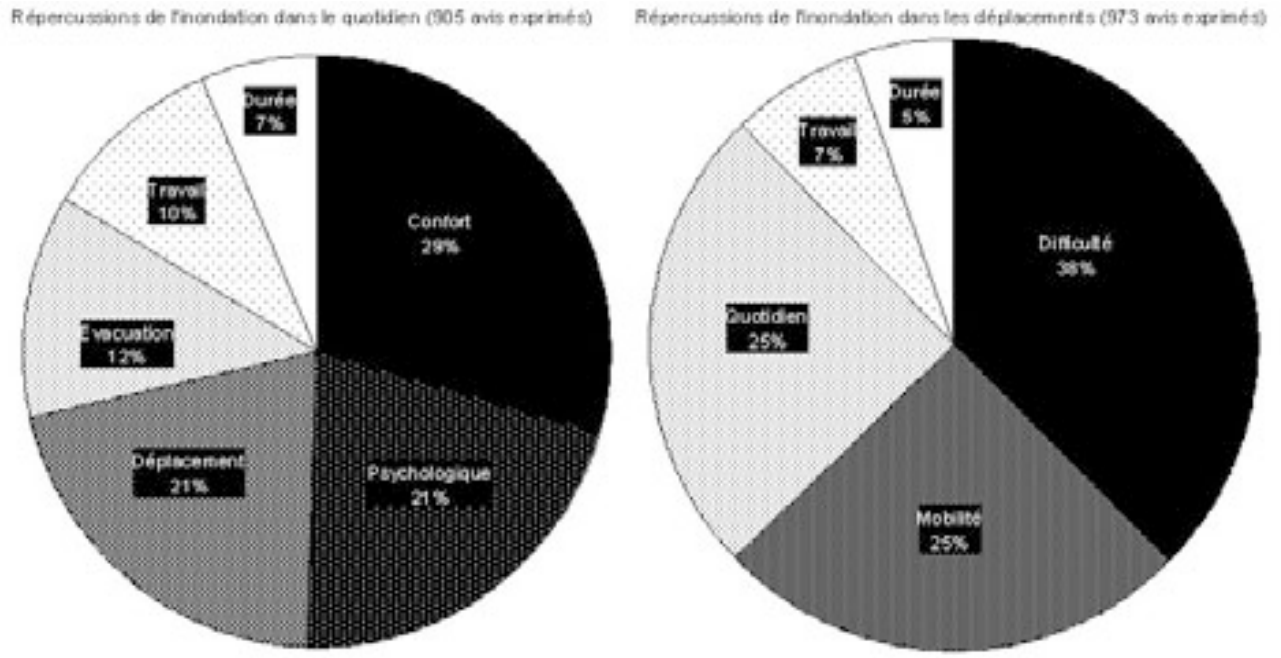


Fig. 8.5 Impacts des inondations sur la qualité de vie et la mobilité des populations situées dans les zones inondées (source : Masson E. 2002, modifié)

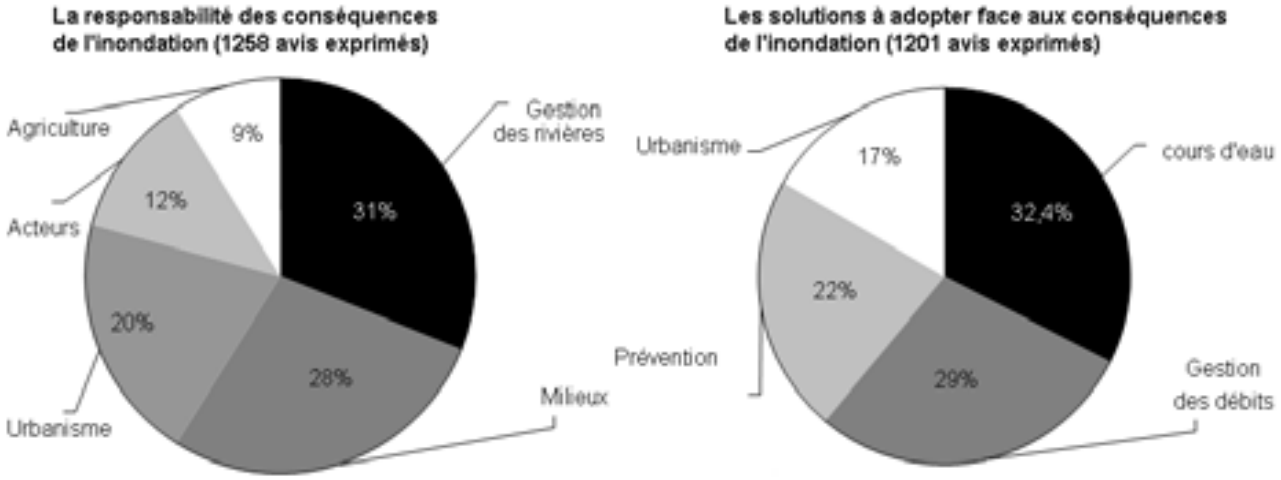


Fig. 8.6 Représentation du système responsabilité/solutions vis-à-vis du risque inondation chez les victimes de la crue de janvier 1995

l'importance prépondérante de la demande en matière d'information/prévention à destination des populations (17 %) et une augmentation des capacités d'écoulement (volumes et vitesses) dans le réseau hydrographique (14 %). L'urbanisation des zones inondables n'est que faiblement mise en cause (17 % urbanisme) ce qui tend à indiquer que les victimes des inondations, attachées à leur lieu d'habitation, souhaitent d'abord une meilleure information et si possible une gestion hydraulique des débits de crue. Même si la prévention l'emporte dans les solutions envisagées, le réflexe de l'utilisation des mesures structurelles lourdes (type génie civil) est encore bien présent au sein de la population enquêtée.

Les représentations post-crise des conséquences des crues revêtent une importance non négligeable dans la gestion du risque inondation. Elles permettent d'une part de cibler les actions de prévention et d'information sur les thèmes qui sont mal compris ou mal gérés par les populations (fonctionnement de l'hydrosystème en crise, recours aux mesures structurelles et conséquences en terme d'aggravation du risque...) et, d'autre part, elles participent à l'élaboration du diagnostic de vulnérabilité en apportant des pistes de réflexion pour la conduite de la concertation dans l'élaboration des documents communaux de prévention et d'aménagement du territoire (PPR, DCS, DICRIM, PPI, PLU...).

8.4 La réduction de la vulnérabilité de l'existant : l'apport des outils géomatiques

La réduction potentielle de la vulnérabilité pour l'existant peut s'appuyer sur les technologies actuelles de la géomatique. Les systèmes SIG sont aujourd'hui ultramobiles (PAD + DGPS + logiciels) et largement diffusés parmi les acteurs en charge de l'aménagement du territoire, des services de secours et de protection civile. Il est donc possible de tenir à jour une base de données géoréférencées (BDG) qui tienne compte de la complexité de la vulnérabilité du bâti et des enjeux socio-économiques qui y sont associés. Cette connaissance fine des enjeux est indispensable au diagnostic du risque inondation, donc à sa gestion.

Dans le cas d'Ivry-la-Bataille il est apparu que l'importance des dommages dépendait des cotes de submersions observées dans les rez-de-chaussée, caves et dépendances (E. Masson, 1996). Une BDG a donc été constituée à partir d'un levé de terrain sur la vulnérabilité structurelle du bâti dans les zones inondables de la commune (figure **8.7 p. 87**). Les données attributaires de la BDG ont été complétées par les résultats de l'enquête post-crise et par l'exploitation des archives des services institutionnels (DDE, SDIS).

La BDG permet ainsi d'estimer la vulnérabilité individuelle de chaque bâtiment. Cependant, la mobilité des biens, des activités et des personnes, dans le temps et l'espace communal, impose une réactualisation de la base. Elle doit ainsi intégrer les mutations des enjeux (augmentation/réduction), l'évolution de leur vulnérabilité (prévention/mitigation) et l'occurrence d'un nouvel aléa dommageable, de période de retour significative, dont les conséquences seront nécessairement différentes dans le détail. Les outils géomatiques permettent de gérer efficacement les connaissances de la vulnérabilité à l'échelle fine complétant ainsi d'autres méthodes gérant le risque à l'échelle parcellaire (O. Gilard, 1998). Enfin les capacités d'intégration des données SIG offre la possibilité d'une gestion multiscalaire depuis l'échelle opérationnelle, par l'identification individualisée des enjeux majeurs d'une commune et de leur vulnérabilité, jusqu'à l'échelle décisionnelle communale, pour l'optimisation des actions de secours, ou départementale pour la gestion de crise (SIDPC/CODIS).

Conclusion

L'ensemble des résultats obtenus permet d'envisager une réduction de la vulnérabilité de l'existant dans les zones inondables d'Ivry-la-Bataille en appliquant des mesures de mitigation adaptées aux spécificités individuelles de chaque type de bâti d'habitation.

Cette base de travail, aisément actualisable doit permettre d'élaborer à moyen terme une gestion du risque, une réglementation de l'urbanisation et une optimisation des secours à l'échelle opérationnelle. De plus, un SIG alimenté et enrichi par une pratique répétée du retour d'expérience (à chaque crue) permettrait de tenir à jour la base de données attributaires concernant les facteurs participant à la vulnérabilité du bâti d'habitation et à son niveau de protection.

Par ailleurs, la récente généralisation au niveau national de référentiels géographiques à l'échelle opérationnelle (BD Ortho, Topo, Parcellaire, Adresse) et leur intégration au Référentiel à Grande Échelle (RGE) augure d'une meilleure gestion de l'information nécessaire à la réalisation des documents de prévention du risque inondation (PLU, PPR, DCS, DICRIM). Une telle BDG doit être enrichie localement par la production de données thématiques géoréférencées (zones inondées, réglementation de l'aménagement et de l'urbanisme...) et attributaires (cotes de submersion, conséquences des crues...). Son développement est envisagé pour la commune d'Ivry-la-Bataille.

8.5 Bibliographie

CONDEMINE J.-P. (2000) — Le retour d'expérience et la sécurité civile : réflexions et perspectives. — *La Houille Blanche*, vol. 1, pp. 73-74.

GILARD O. (1998) — *Les bases techniques de la méthode Inondabilité* — CEMAGREF, 207 p.

COLBEAU-JUSTIN L. et de VANSSAY B. (2001) — *Analyse psychosociologique auprès des sinistrés des inondations de la Somme* — Rapport d'étude, 150 p.

HUBERT G. et LEDOUX B. (1999) — *Le coût du risque... L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations* — Presses de l'ENPC, 232 p.

LEDOUX B. (2000) — La pratique du retour sur expérience pour éclairer les stratégies de mitigation — *La Houille Blanche* — vol. 1, pp. 79-83.

MASSON E. (1996) — *Les conséquences de la crue de janvier-février 1995 dans les communes de Saint-Georges-Motel, Marcilly-sur-Eure, Croth, Ezy-sur-Eure, Ivry-la-Bataille et de Garennes-sur-Eure* — Rapport d'étude, CREGEPE/Direction Départementale de l'Équipement de l'Eure, 121 p.

MASSON E. (2002) — *Les conséquences des crues dans le bassin versant de l'Eure. Le risque inondation dans un hydrosystème anthropisé* — Thèse de doctorat, Université de Caen Basse-Normandie, 2 vol., 700 p.

MASSON E. (2003) — *Retour sur expérience à l'échelle du bassin versant : le cas de la crue de janvier 1995 dans le bassin versant de l'Eure* — Actes du colloque Inondations en France : prévention, responsabilités, gestion. Montpellier, 2002, 7 p.

SOGREAH (2000) — *Étude hydraulique des écoulements dans l'agglomération de Louviers* — Rapport de phase 1, pp. 13-17.

TORTEROTOT J.-P. (1993) — *Le coût des dommages dus aux inondations : Estimation et analyse des incertitudes* — Thèse de doctorat, ENPC — CERGRENE, 283 p.

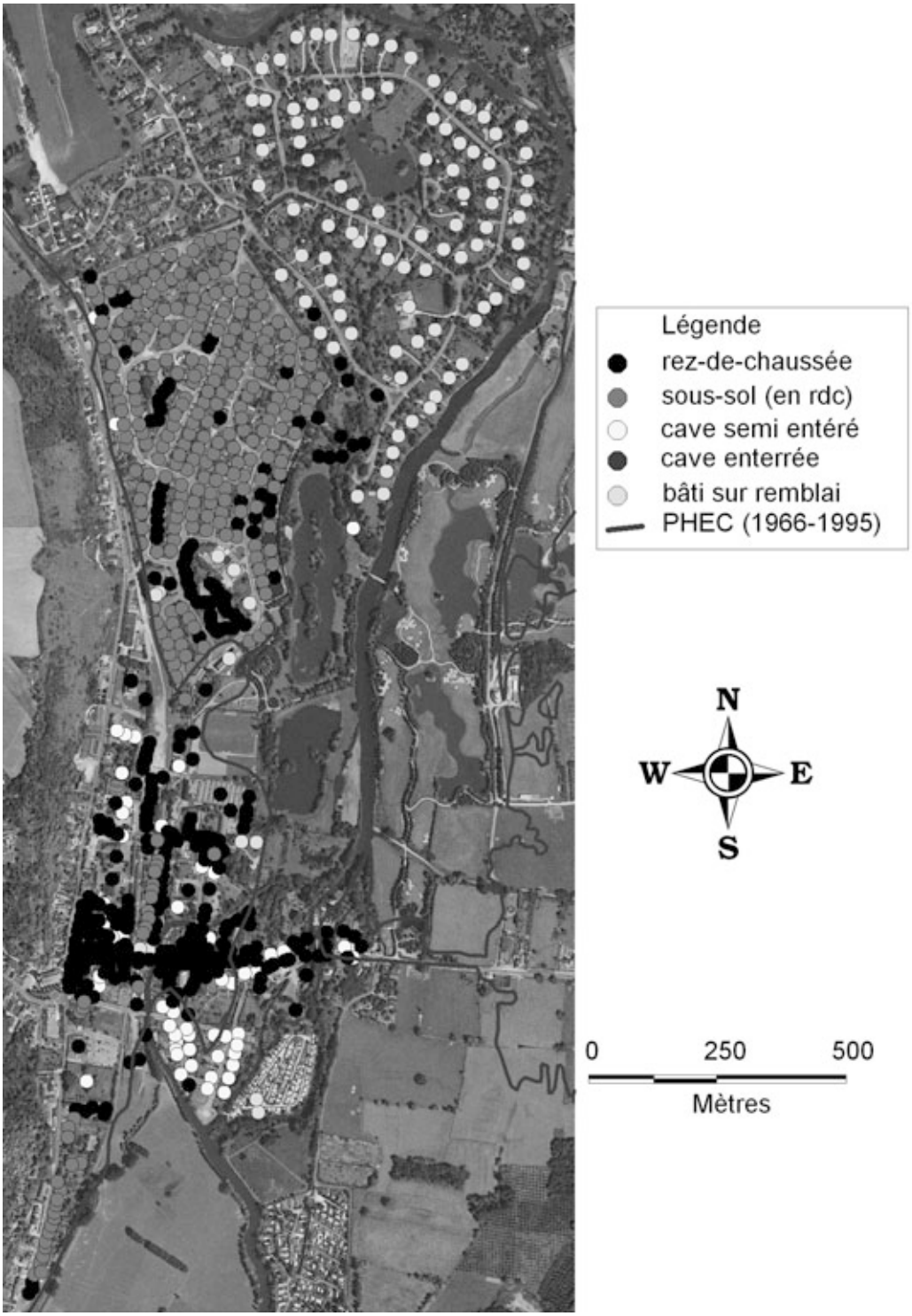


Fig. 8.7 Diagnostic architectural de la vulnérabilité du bâti dans les zones inondées d'Ivry-la-Bataille (Fond : BD Ortho IGN ; Relevés terrain E. Masson)

Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des acteurs, M. Bricaud (maire d'Ivry la bataille), Service Aménagement du territoire et Environnement (DDE 27), Service Urbanisme et Environnement (DDE 28), Service Interministériel de Défense et de Protection Civile et Service Départemental d'Incendie et de Secours de l'Eure, et plus particulièrement la population d'Ivry-la-Bataille victime de la crue de 1995 (Préfecture 27), sans qui il n'aurait pas été possible de reconstituer une mémoire du risque inondation du niveau communal à celui du bassin versant de l'Eure.

9 Conception, réalisation et expérimentations d'un outil d'autodiagnostic des vulnérabilités des PME-PMI aux inondations

Paul Mengual et Franck Guarnieri
Pôle Cindyniques — École des mines de Paris UNSA, B.P. 207, 06904 Sophia Antipolis Cedex
Paul.Mengual@ensmp.fr

Résumé. — L'objectif de ce travail est de développer un outil de gestion du risque d'inondation pour les entreprises. Cet instrument doit donner au chef d'entreprise les moyens de « redémarrer son activité le plus rapidement possible » après une inondation. Il doit garantir une certaine conscience du risque : connaître les conséquences sur l'activité, sur l'organisation de l'entreprise, sur les relations clients et fournisseurs, le coût des dommages, la gestion de la crise... Nous voulons montrer que la prise en compte de l'aléa inondation permet au moins de rester compétitif en cas de survenance du phénomène. La mise en place de mesures de prévention permet de limiter les dommages et la perte d'exploitation. Une telle attitude permet à l'entreprise d'entrer dans une démarche de réduction de ses vulnérabilités. Cette démarche garantit aussi la promotion d'un esprit de responsabilité dans un contexte de développement économique.
Mots-clés. — vulnérabilité, PME-PMI, inondation, diagnostic, risques naturels.

Title. — *Floods and Small and Medium Sized Companies, toward a self diagnosis tool for vulnerability reduction*
Abstract. — The objective of this work is to provide a flood hazard management tool and an assistance to companies. This instrument must give to the head of the company the means of « starting again the activity as fast as possible ! » after a flood. It must guarantee a certain awakening of the risk : effects on the activity, the company organisation, clients relationships and/or suppliers, the cost of damage, the crisis management... We want to show that the taking into account of hazard at least makes it possible to remain competitive in case of the unexpected arrival of the flood. The use of preventive actions makes it possible to limit the damage and the trading loss, and consequently companies enter a process of vulnerability reduction. Such a process must also guarantee a responsibility spirit promotion in an economic development context.
Key-words. — vulnerability, SME, flood, diagnosis, natural hazard.

9.1 Contexte de l'étude

Les conséquences d'une inondation pour une entreprise peuvent être lourdes, en particulier pour tout ce que l'arrêt d'activité, qui peut durer plusieurs semaines, entraîne comme perturbations. Des retours d'expériences auprès d'entreprises inondées à plusieurs reprises ont montré que celles qui avaient spontanément adopté des mesures pour réduire leur vulnérabilité subissent nettement moins de dommages lors d'une inondation ultérieure et reprennent leur activité plus rapidement, par rapport à celles qui ne font rien (D'Ercole *et al.*, 2004).

9.1.1 Territoire d'étude

Les crues sont un phénomène courant qui s'inscrit dans la logique des cours d'eau. Le bassin de la Loire moyenne (de Nevers à Nantes) n'échappe pas à cette dynamique générale. À de très nombreuses reprises, en moyenne 3 à 4 fois par siècle, des crues fortes à très fortes s'y sont produites provoquant pour certaines des inondations catastrophiques. Même si, exceptionnellement, le XX^{e} siècle n'a été marqué que par une seule crue importante en 1907 (cinquantennale), le retour de telles inondations est réel et certain.
Le risque en sera d'autant plus important que l'exception météorologique de ces 100 dernières années a conforté les décideurs et les aménageurs dans leur maîtrise des éléments naturels. Barrages, levées et surtout « nouveaux phénomènes météorologiques » ont été les artifices mis en avant pour continuer à développer les villes ligériennes en zones inondables.

9.1.2 Type d'inondation et coût des dommages

Toutes les communes des vals de Loire sont concernées, depuis le bec d'Allier jusqu'au bec de Maine. Le territoire de 50 des 253 communes riveraines de la Loire moyenne sera totalement inondé par une crue similaire à celles de 1707, 1711, 1733, 1790, 1846, 1856, 1866 (Équipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 2000). Ces crues furent caractérisées par la conjonction de deux phénomènes : une crue de type océanique issue de perturbation venues de l'Ouest et un orage cévenol sur la haute Loire. Ce type de crue concernerait aujourd'hui 115 000 logements, 14 000 entreprises, 2 500 km de routes... Même si, contrairement à ce que nous apprend l'histoire, les levées tiendraient dans tous les endroits stratégiques, la facture resterait encore élevée : plus

de 4 milliards d'euros de dommages avec en plus quelques remontées de nappe à Tours et à Orléans (+ 150 millions d'euros l'unité).

9.1.3 La Très Petite Entreprise, un enjeu majeur

Cet outil s'adresse aux entreprises exerçant leur activité en zone inondable. Il est plus particulièrement destiné aux Très Petites Entreprises (TPE : de 1 à 50 employés) car ce sont celles les moins sensibilisées au risque d'inondation. Cet outil a pour ambition de couvrir tous les types d'activités (commerce, service, production). Il est également possible d'utiliser cet outil pour les entreprises situées hors des zones inondables mais susceptibles de subir des dysfonctionnements engendrés par des problèmes extérieurs (habitations inondées, accès à l'entreprise perturbée, utilités externes interrompues...). Aujourd'hui, plus de 40 % des dommages potentiels engendrés par une inondation seraient imputables aux activités économiques du territoire concerné.

9.2 Réalisation d'une méthode d'autodiagnostic et processus de validation

9.2.1 Le modèle de Vulnérabilité

La vulnérabilité se caractérise par toutes les conséquences d'un phénomène sur les enjeux présents (figure **9.1**). L'entreprise représente donc les enjeux et sa vulnérabilité est donc caractérisée par toutes les conséquences qu'aura une inondation sur cet enjeu spécifique. En d'autres termes, la vulnérabilité se mesure en inventoriant toutes les conséquences engendrées sur l'entreprise par une inondation. Dans un sens le plus large, elle exprime le niveau de conséquences prévisibles d'une inondation sur l'entreprise (Leone, 1996). Ainsi, par anticipation, l'étude de la vulnérabilité d'une PME doit permettre de connaître sa susceptibilité à être endommagée.

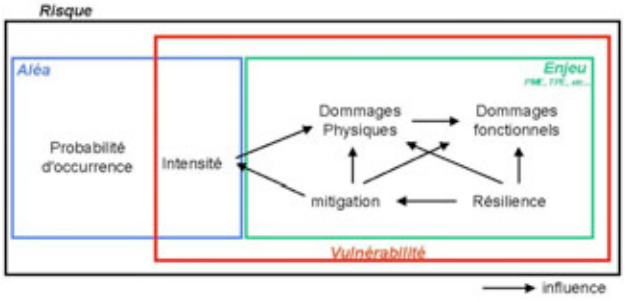


Fig. 9.1 Schématisation du concept de vulnérabilité par rapport au risque naturel

Les quelques retours d'expériences que nous avons pu étudier ont permis de construire une typologie des dommages potentiels tendant vers l'exhaustivité et comprenant trois grandes catégories :
- dommages directs,
- dommages indirects,
- effets induits.

Cette typologie nous a permis de déduire une cinquantaine de critères caractérisant la vulnérabilité d'une PME-PMI. Ainsi, comme nous l'avons écrit plus haut, l'utilisation de l'analyse structurelle a abouti au classement des critères de vulnérabilité selon deux dimensions :
Une dimension matérielle et fonctionnelle :
- Les questions relatives à la production,
- Les questions relatives aux stocks.

Une dimension plutôt immatérielle et organisationnelle :
- Les questions relatives aux hommes,
- Les questions relatives aux finances propres,
- Les questions relatives à l'indemnisation.

9.2.2 Le modèle de la TPE

Trois modèles génériques ont été retenus en fonction de trois grandes catégories d'activités : le modèle d'une société de production ; le modèle d'une société axée sur la vente ; le modèle d'un bureau d'études (figure **9.2 p. 91**).

9.2.3 Méthodologie d'autodiagnostic

Le chef d'entreprise apparaît le mieux placé pour étudier la vulnérabilité de son entreprise car il dispose d'une vision globale et peut prendre le recul nécessaire pour mettre en place un tel outil dans l'intérêt de l'entreprise (Équipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 2000). En effet, les très petites entreprises sont souvent portées par un seul dirigeant qui assume plusieurs fonctions.
Cet autodiagnostic est composé de six parties. Elles définissent le mode opératoire à suivre. Pour chaque étape, un ensemble d'actions est à réaliser afin de mener à bien l'autodiagnostic (remplir des fiches, répondre à des questions, faire des calculs de temps et de coûts, etc.) :

- Évaluation du niveau de sensibilisation du chef d'entreprise au regard du risque d'inondation. Prise de connaissance du scénario d'inondation (paramètres de l'inondation : hauteur d'eau, vitesses, turbidité, débordement, remontée de nappe, etc.).
- Estimation des dommages matériels et de leurs conséquences sur le fonctionnement de l'entreprise. Pour évaluer la gravité des conséquences d'une inondation sur une entreprise nous avons choisi d'aborder ce problème sous trois angles différents : l'ampleur des dommages matériels, leurs coûts et l'incidence de ces dommages sur le fonctionnement de l'entreprise en faisant appel à l'analyse fonctionnelle (il s'agit de construire le schéma fonctionnel de son entreprise en mettant en interrelation des fonctions telles que la production, la gestion, commerce, etc.). Pour mesurer cette incidence sur le fonctionnement de l'entreprise, nous avons choisi d'interroger le dirigeant sur les grandes fonctions de son entreprise en lui proposant quatre niveaux de gravité fonctionnelle : Quelle serait l'incidence de la perte de ce bien sur le fonctionnement de l'entreprise ?

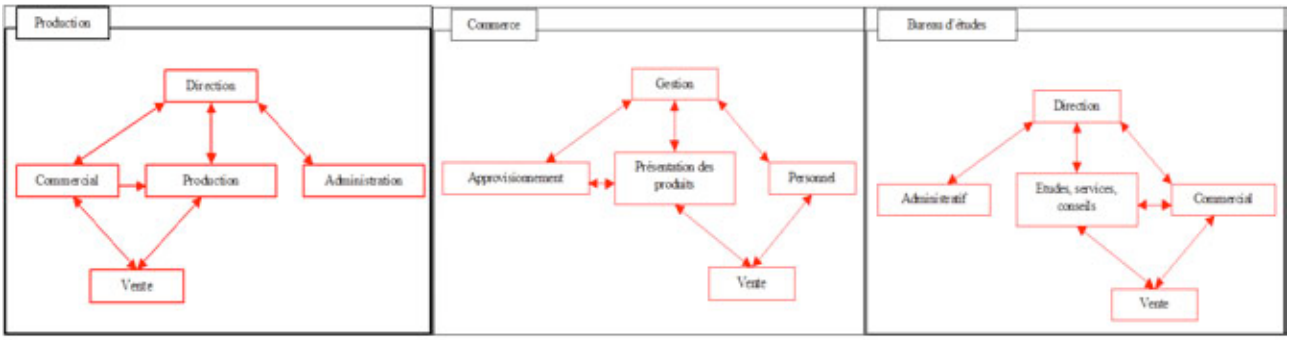


Fig. 9.2 Modèle fonctionnel d'une entreprise (production, négoce et service)

- Un arrêt partiel de la fonction auquel il appartient ?
- Un arrêt complet de la fonction ?
- Un arrêt complet de plusieurs fonctions ?
- Un arrêt total de l'activité ?

Ces approches sont complémentaires et confrontent un jugement qualitatif à des données quantitatives qui vont permettre au dirigeant de définir plus précisément ses priorités d'actions.

- Identification des vulnérabilités dites « organisationnelles » permettant ensuite, d'apprécier plus précisément la durée d'interruption de l'activité.
- Bilan de l'identification des vulnérabilités — sélection des vulnérabilités majeures.
- Choix et hiérarchisation des mesures de réduction des vulnérabilités.
- Suivi des mesures et évaluation du progrès (nouvelle estimation des dommages et de la durée d'arrêt d'activité).

Concrètement, l'autodiagnostic est un document papier en trois volets :
- L'autodiagnostic lui-même (série de fiches et de tableaux de correspondances liant les problèmes identifiables avec les mesures contenues dans un recueil).
- Un guide d'utilisation (mode d'emploi de 40 pages).
- Un recueil de mesures de réduction de la vulnérabilité de l'entreprise.

9.2.4 Principaux enseignements de ces expérimentations

Aujourd'hui, la première série d'expérimentations a été réalisée. Cinq entreprises du Loiret ont déjà participé aux expérimentations de l'autodiagnostic, cinq autres entreprises ont été auditées dans le département des Alpes Maritimes (dont une est un site Seveso II, seuil haut). L'objectif principal de cette première série d'expérimentations a été de tester le mode opératoire de l'autodiagnostic auprès d'un panel d'entreprises prêtes à jouer le jeu pendant une demi-journée. Au départ, il était prévu de consacrer une demi journée à la réalisation de chaque interview/autodiagnostic (entre trois et quatre heures), or, cette durée fut le plus souvent écourtée vu la faible disponibilité de la majeure partie des entreprises (3 heures en moyenne).

Les entreprises ont été choisies en privilégiant des réseaux d'acteurs. La Chambre de Commerce et d'Industrie du Loiret nous a permis, par exemple, d'obtenir des rendez-vous avec cinq entreprises de son département. Nous retiendrons dans un premier temps qu'il a été très difficile de trouver des entreprises motivées pour tester l'outil.
La partie qui suit reprend les principaux enseignements tirés de toutes les expérimentations : l'intérêt d'une décomposition fonctionnelle de l'activité de l'entreprise ; les problèmes posés par la lourdeur de certaines questions sur l'identification des vulnérabilités organisationnelles ; l'importance de la configuration des locaux de l'entreprise ; l'insertion de la composante « psychologie du personnel » et le problème du temps nécessaire à la réalisation de cet autodiagnostic.
D'un point de vue général, l'outil a très bien été accueilli par les dirigeants d'entreprises et malgré une mise en œuvre quelquefois jugée complexe, leurs avis furent positifs. Concrètement, ils se sont tous sentis concernés. À l'issu des tests, chaque dirigeant a affirmé que l'outil répondait totalement aux objectifs préétablis (avec une nuance sur l'exhaustivité et la précision des mesures de réduction).
Avant tout, il a été nécessaire de mettre en évidence les difficultés rencontrées lors de la construction des scénarii (incertitude sur la hauteur d'eau due aux incertitudes multiples des modèles de crue et du positionnement x, y et z des entreprises. Dans un deuxième temps, nous avons fait l'analyse des réactions de chaque entreprise au mode opératoire de l'autodiagnostic. Nous proposons de faire la synthèse de ces apports dans les paragraphes suivants.

9.2.4.1 Intérêts et bénéfices pour l'entreprise

L'information la plus importante pour les entreprises reste les paramètres du scénario d'inondation : connaître le délai d'alerte, la hauteur d'eau et la durée de submersion constitue un bénéfice important (« on sait maintenant ce à quoi on est confronté ! »).
D'autre part, plus globalement, il ressort de ces entrevues des considérations concrètes. En effet, les problèmes identifiés ont été jugés par les dirigeants comme une réalité qu'il fallait corriger. À titre d'exemple, la perte d'une partie ou de la totalité de la mémoire de l'entreprise (documentation, fichiers clients, archives, sauvegarde informatique, etc.) peut être la conséquence de plu-

sieurs perturbations (incendie, dégâts des eaux, inondation, etc.). D'une part, l'autodiagnostic a permis d'identifier une vulnérabilité forte pour l'entreprise (effets désastreux sur le fonctionnement à moyen et long terme), d'autre part, il permet de réfléchir à une mesure efficace sur les multiples aléas susceptibles de générer de telles conséquences.
Le calcul de la durée d'interruption de l'activité est une étape qui permet de sensibiliser rapidement les chefs d'entreprise. Par exemple, un dirigeant qui inscrit un total approximatif de plus de 150 jours d'inactivité suite à une inondation reçoit une sorte d'électrochoc car bien souvent une telle durée d'inactivité sera lourde de conséquences pour l'entreprise.
Dans la plupart des cas, l'autodiagnostic met en avant certaines méconnaissances du dirigeant sur son niveau de couverture par les assurances (de nombreuses informations à ce sujet sont fournies dans le fascicule des mesures).
En ce qui concerne les mesures, les dirigeants qui ont eu le temps de les consulter ont été satisfaits car elles sont à la fois efficaces sur certains points et suffisamment globales pour s'adapter aux particularités de chacun.
Ces expérimentations ont permis aux dirigeants de prendre réellement conscience du problème auquel ils sont confrontés. Lorsque vous dites à certains dirigeants qu'ils ont plus de chance d'être inondé par la Loire que de subir un incendie, ce type d'argument (qui est une réalité locale) est efficace.

9.2.4.2 Le schéma fonctionnel

Il fait appel à un niveau d'abstraction que les personnes interviewées ont du mal à atteindre. Seul un entrepreneur a réalisé le sien et avec une orientation clairement appuyée sur le client, ce qui n'a pas permis d'approcher le fonctionnement de son entreprise. Tous les autres ont en fait dessiné un plan de leurs bâtiments. Ainsi, l'utilisation de l'analyse des impacts des dommages directs sur les différentes fonctions de l'entreprise ne semble pas être efficace.
Dans tous les cas étudiés, le dirigeant a fait la remarque suivante : « À quoi ça sert ? Toutes les fonctions de mon entreprise seront interrompues ». Or, ce paramètre participe à l'évaluation de la gravité du sinistre, il est donc indispensable de s'interroger sur les conséquences réelles des dommages aux biens sur l'activité. En d'autres termes, cette analyse permet de hiérarchiser les dommages directs, et par conséquent de donner un ordre de priorité dans les mesures choisies. Quoiqu'il en soit, nous suggérons de conserver cette analyse. Il conviendra de trouver un moyen plus efficace pour la faire appliquer aux dirigeants : plus d'exemples, peut-être faudra-t-il orienter cette vision sous forme de « tâches-clés »...

9.2.4.3 Les vulnérabilités dites « organisationnelles »

Dans la plupart des cas, la fiche d'identification des « vulnérabilités organisationnelles » est apparue très pertinente mais difficile à aborder (lourdeur dans certaines questions). Il conviendra d'éclaircir et de réduire la longueur de certaines d'entre elles.

9.2.4.4 Les impacts d'une inondation sur le comportement du personnel après la catastrophe

Trois chefs d'entreprise nous ont suggéré d'insérer une question sur les conséquences du traumatisme psychologique sur le rendement du personnel. Une fois la catastrophe passée, le personnel retrouvera-t-il la même efficacité qu'avant le sinistre ? Ces trois dirigeants ont affirmé que le personnel serait suffisamment choqué pour ne travailler qu'à 60 % de ses possibilités (en dehors du temps passé s'il subit des dommages corporels). Le sentiment d'insécurité par rapport au site peut être à l'origine de dégradations des conditions de travail et de l'entente entre les employés... des informations à ce sujet devront être insérées dans les fiches ou le guide.

9.2.4.5 Temps nécessaire à la mise en place de l'autodiagnostic

En ce qui concerne le temps nécessaire à la réalisation de l'autodiagnostic, il semble que la taille de l'entreprise soit un facteur déterminant. Il faudra compter environ 3 heures pour un petit commerce (1 ou 2 employés) et une journée et demie pour une entreprise plus complexe désireuse de mettre en place un plan d'urgence détaillé et un plan d'actions précis.
Ainsi, cette première série d'expérimentation nous a permis de conforter l'idée de la construction d'un pré diagnostic. Un tel outil permettrait d'orienter les entreprises vers un diagnostic ou un autodiagnostic. Ce tri renverrait les entreprises plus rapidement sur les points importants de leur vulnérabilité.
Le problème reste posé au sujet du temps nécessaire pour mener à bien l'autodiagnostic. Certaines des entreprises jugent qu'elles n'ont pas le temps nécessaire à une telle opération, d'autres comprennent que même si le temps manque, il faut le faire.

9.2.4.6 Autodiagnostic ou diagnostic ?

C'est un des principaux enseignements de ces expérimentations, les dirigeants sont-ils prêts à faire ce travail seul ? Seul trois dirigeants ont affirmé qu'ils étaient suffisamment motivés pour réaliser cet autodiagnostic. Trois autres sont persuadés qu'aucun chef d'entreprise n'aura la motivation nécessaire à un tel travail. Les autres présentent des réactions plus floues.

9.3 Conclusion et perspectives

La recherche sur les critères de vulnérabilité nous a permis d'en identifier deux catégories : les critères à dimension matérielle et fonctionnelle et ceux ayant une dimension plutôt organisationnelle. Les critères fortement influencés par l'intensité de l'aléa sont les critères matériels et fonctionnels contrairement aux critères organisationnels. En effet, les critères à dimension organisationnelle expriment une vulnérabilité moins dépendante des caractéristiques

de l'aléa. Cependant, à partir d'un certain niveau de perturbations, certaines conséquences liées à l'organisation de l'entreprise apparaissent. On peut en tirer les observations suivantes :

- 1er niveau de conséquences : dommages matériel + arrêt d'activité lié à la durée de submersion.
- 2e niveau de conséquences : arrêt d'activité engendré par le nettoyage des locaux et la remise en état. Ce niveau dépend de l'ampleur des dommages matériels.
- 3e niveau de conséquences : aggravation de la durée d'arrêt d'activité et/ou nouvelle perturbation de l'activité due à des facteurs organisationnels et humains propres à l'organisation de l'entreprise (une « vulnérabilité intrinsèque ») qui ne dépend pas d'un aléa particulier. Ce sont les dommages indirects et les effets induits.

Une des priorités pour la suite sera d'enrichir la base de mesures, actions et recommandations. Pour ce faire, dans un premier temps il s'agira d'enrichir les mesures existantes en précisant leur coût, les fournisseurs potentiels et leur efficacité. Dans un second temps, il serait intéressant d'étudier les possibilités de mise en place d'un partenariat avec des experts afin de recenser toutes les mesures techniques envisageables pour mettre en protection une entreprise située en zone inondable. Ce partenariat permettra de bénéficier de l'avis de professionnels de la sécurité sur ce sujet. Cette démarche pourrait faire émerger des mesures issues d'autres domaines potentiellement applicables à notre problématique.

Ensuite, il s'agira d'effectuer la seconde série d'expérimentations. Cette seconde expérimentation sera conduite de manière différente de la première sur un groupe d'entreprises (différentes des premiers groupes) soit d'un secteur donné, soit de secteurs variés. Dans un premier temps, il est prévu de rencontrer les chefs d'entreprise (en groupe ou individuellement selon les possibilités) pour faire une présentation rapide de la méthode et expliquer les scénarii retenus. Dans un second temps, ils devront réaliser l'autodiagnostic seul et répondre à un questionnaire d'évaluation fourni avec le document d'autodiagnostic.

L'objectif est de récupérer les résultats de l'autodiagnostic ainsi que le questionnaire d'évaluation afin d'apprécier plus précisément l'accueil de ce type d'approche dans le monde de la petite et moyenne entreprise et ainsi de préciser définitivement la méthode et ses différents fascicules.

Puis, il sera nécessaire de dresser un bilan de la seconde série d'expérimentations. Ce bilan pourra conduire à des modifications et corrections du contenu de la méthode. Il permettra de valider finalement l'outil afin que sa mise en forme soit réalisée.

Enfin, cette étude se terminera par la mise en forme finale d'une maquette des livrets. Cette tâche permettra de réaliser les différents livrets, fiches, guide et catalogue de mesures de la méthode d'autodiagnostic au format papier.

9.4 Vers la validation de l'outil par son appropriation par les dirigeants d'entreprises

Le nouveau programme de recherche établi entre l'Équipe Plan Loire Grandeur Nature et le Pôle Cindyniques de l'École des Mines de Paris aura pour objectif de chercher les moyens nécessaires à une bonne appropriation de l'instrument de réduction des vulnérabilités par les PME-PMI.

Lors des expérimentations certains des chefs d'entreprises ont fait remarquer que cet outil serait beaucoup plus convivial s'il prenait la forme d'un logiciel. Cette idée a aujourd'hui mûrie et une version logicielle sera produite dans le courant de l'année 2005. Le support logiciel permettra d'automatiser certains bilans et certains résultats afin d'optimiser le temps passé sur l'autodiagnostic. Cet outil permettra également d'insérer des illustrations supplémentaires et de construire une interface conviviale. Plus récemment, il a été décidé de développer ce logiciel sur une interface web afin de capitaliser les résultats de chaque diagnostic à l'intérieur d'une base de données et de construire un véritable retour d'expérience sur toutes les opérations menées avec cet outil. De nouvelles expérimentations permettront de consolider les méthodes de diagnostic (grandes entreprises) et d'autodiagnostic (PME-PMI). Cette nouvelle étude sera également l'occasion de s'interroger sur la conception d'un pré diagnostic destiné à orienter les entrepreneurs sur le diagnostic ou l'autodiagnostic. Plus globalement, cette étude sera consacrée à la recherche et à l'identification des acteurs capables de participer au déploiement de ces outils de réduction de la vulnérabilité des activités économiques aux inondations. Qui sont les promoteurs potentiels ? Qui sont les prescripteurs potentiels ? Y-a-t-il d'autres utilisateurs potentiels ?

Le modèle de vulnérabilité qui a été conçu dans le cadre de ce travail permet de développer des applications prenant en compte d'autres aléas naturels. Le paragraphe suivant aborde cette perspective.

9.5 Vers la conception d'une méthode de gestion de la vulnérabilité d'un territoire aux aléas naturels

Ce nouvel axe de perspectives correspond au développement d'un outil permettant l'identification et la réduction de la vulnérabilité de tous les enjeux qui composent un territoire vulnérable aux aléas naturels. Cet outil fournirait une cartographie qui aurait pour objectif final de décrire la vulnérabilité des enjeux qui composent le territoire. Ces évaluations permettraient de faire état de la vulnérabilité du territoire. D'Ercole et Metzger (2004) de l'Institut de Recherche pour le Développement étudient depuis plusieurs années la vulnérabilité territoriale de la ville de Quito en Équateur. Cette recherche est fondée dans un premier temps sur l'analyse de la vulnérabilité spatiale d'un territoire qui est caractérisée par l'accessibilité et l'exposition de cet espace

aux aléas. Ces deux dimensions peuvent être complétées par d'autres critères comme le contrôle politico-administratif de ces espaces. La combinaison cartographique de ces critères met en évidence différentes faiblesses *a priori* des espaces. L'idée novatrice de leurs travaux réside dans la suite de l'analyse. En effet, cette vulnérabilité spatiale qui est identifié à ce stade de la méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité ne permet pas de voir si cette forme de vulnérabilité est susceptible de se transmettre au territoire. La phase suivante consiste donc à évaluer les enjeux majeurs qui composent ce territoire et qui le font fonctionner. La détermination et l'analyse des enjeux majeurs du territoire sont des informations qui permettent une lecture de l'organisation territoriale d'un espace urbanisé (ceci pourrait être assimilé au schéma fonctionnel de nos entreprises). Les études de vulnérabilité de ces enjeux sont des connaissances indispensables pour apprécier la vulnérabilité territoriale. Schématiquement, ce travail permet de mettre en lumière les dépendances des différentes fonctions du territoire assumées par de nombreux enjeux. Par conséquent en cas de crise, cette représentation assure une lecture claire des processus de transmission de la vulnérabilité sur un territoire. Dès lors, il est possible de comprendre pourquoi certains espaces qui ne sont pas exposés à des aléas particuliers peuvent être également vulnérables. Par exemple, une entreprise, située dans un espace très faiblement exposé aux aléas, est toujours dépendante de son accessibilité ou de certaines utilités (électricité ou eau potable). Ainsi, si les accès à l'entreprise sont interrompus ou si la fourniture en énergie l'est également en raison d'un aléa quelconque, les conséquences pour l'entreprise peuvent être importante et pourtant, celle-ci n'est pas directement exposée.

Pour revenir sur les aspects méthodologiques d'une telle approche, on peut imaginer que l'identification des espaces stratégiques d'un territoire pourrait être assimilée à la description fonctionnelle des entreprises qui permet d'identifier les points névralgiques de l'entreprise. L'approche méthodologique développé par D'ercole et Metzger se rapproche de la notre dès lors que l'on considère l'objet d'étude (territoire ou entreprise) comme un système.

Les recherches développées au travers de la vulnérabilité territoriale offrent des possibilités concrètes de réduction des risques dans la mesure où les connaissances produites sur ce type de vulnérabilité permettent de mettre en place une véritable stratégie de mitigation de l'aléa et des vulnérabilités du territoire. Que veut-on protéger ? Quelles sont les conséquences que l'on veut éviter ? Ces méthodologies nouvelles proposent un renversement du problème, il ne s'agit plus de réduire le risque sur tout le territoire mais de « mitiger », après avoir analysé le fonctionnement du système, les effets d'un aléa sur un enjeu susceptible de transmettre des perturbations à d'autres enjeux et par conséquent au territoire. À titre d'exemple, une crue de la seine de type 1910 aurait des répercussions nationales en terme de transmission de vulnérabilité puisque Paris assume des fonctions politico-administratives qui s'appliquent au territoire national.

Ces connaissances permettraient de développer une politique de gestion préventive des enjeux vulnérables. Une politique capable de répondre aux attentes des enjeux du territoire par des actions prioritaires de réduction adaptées puisqu'on sait ce qu'il faut protéger. Ces priorités seraient fondées sur des prises de décisions justifiées par l'analyse de tous les moyens fournis par un tel instrument d'analyse. Ainsi, ces actions sont susceptibles d'influencer les stratégies d'améliorations de l'aménagement du territoire dans un souci de développement durable. C'est en cela qu'un tel instrument devient un véritable outil d'aide à la décision. La gestion de la sécurité des biens et des personnes ne peut se faire sans prendre en compte les menaces représentées par les aléas naturels. Pour conclure sur la vulnérabilité territoriale, ce type de méthodologie permet de s'interroger sur les mécanismes de transmission de la vulnérabilité des lieux aux enjeux et des enjeux au territoire. Ces mécanismes sont une piste de recherche intéressante et nécessaire pour optimiser les connaissances produites afin de réduire la vulnérabilité des sociétés.

Le développement d'une méthode d'analyse de la vulnérabilité des entreprises à de multiples aléas naturels correspondrait plus globalement à un regard sur les atteintes externes potentiellement dommageables pour l'entreprise. À plus long terme, il serait intéressant de rechercher les relations entre tous ces aléas pour concevoir un outil capable de fournir une aide à la gestion et à la réduction de ces risques pris par les entreprises.

9.6 Bibliographie

D'Ercole R. (1994) — Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse — in : Croissance urbaine et risques naturels dans les montagnes des pays en développement, *Revue de Géographie Alpine*. N° 4 Tome LXXXII. Pp. 87-96.

D'Ercole R. & Metzger P. (2004) — *Vulnerabilidad del distrito Metropolitano de Quito* — Coleccion Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 496 p.

Devaux-Ros C. (2002) — Réduction de la vulnérabilité des entreprises au risque d'inondation — In : *Actes du colloque « Entretiens de la prévention »*, CNPP, Paris, 9 et 10 décembre.

Équipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature (2000) — *Étude de la propagation des crues et des risques d'inondation en Loire moyenne. Atlas des enjeux socio-économiques exposés au risque d'inondation en Loire moyenne* — 240 p.

GREPME (1997) — *Les PME bilan et perspectives* — 2e édition, Economica. Coll. Connaissance de la Gestion, Canada, 364 p.

Keurinck P. Équipe Plan Loire (2001) — *Les inondations en Bretagne entre 1995 et 2001 : retour d'expérience sur la vulnérabilité des artisans, commerçants et PME* — 2 volumes, vol. 1 45 p., vol. 2, 99 p.

Leone F. (1996) — *Concept de vulnérabilité appliqué à l'évaluation des risques générés par les phénomènes de mouvements de terrain* — Thèse de doctorat, Université Joseph Fournier, Grenoble I, 274 p.

mate & metl (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement & Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement) (1999) — *Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques d'inondation. Guide méthodologique* — Éditions La Documentation française, Paris, 124 p.

Hatem F. Roubelat F. Cazes B. (1993) — La *prospective. Pratiques et méthodes* — coll. Gestion, Édition Economica, chapitre 8, pp. 251-264.

Torterotot J.-P. (1993) — *Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes* — Thèse de doctorat de l'ENPC, 283 p.

10 De toile et de tôle : vulnérabilité et protection des campings de montagne face aux inondations

Anne Peltier
Département de géographie Université de Toulouse-le Mirail
5 allées Machado, 31058 Toulouse CEDEX 9
peltier@univ-tlse2.fr

Résumé. — Face aux crues torrentielles en montagne, les campings représentent un enjeu tout à fait particulier du fait de leur localisation fréquente dans des zones inondables et de la fragilité de leurs infrastructures. C'est pourquoi la législation en vigueur privilégie l'information des campeurs et leur évacuation en cas d'urgence. Dans la pratique, si l'affichage du risque est globalement quoique inégalement effectué, des zones d'ombre subsistent quant à l'organisation de l'alerte : tous les campings ne sont pas équipés de dispositifs d'alerte aux crues, et les exploitants se plaignent de la multiplication des alertes météorologiques inutiles. Les entretiens menés avec les exploitants démontrent par ailleurs qu'ils n'ont pas toujours conscience du risque et qu'ils craignent l'impact de l'information sur les touristes. L'application de la loi tient donc plus à la contrainte liée à la surveillance des services de l'État qu'à la conviction des exploitants.
Mots-clés. — inondation, camping, montagne, Hautes-Pyrénées, législation, perception.

Title. — *Floods in mountainous areas : vulnerability and protection of camp sites*
Abstract. — Camping sites are risk-sensitive facilities as far as torrential floods in mountainous areas are concerned. They are indeed frequently located in hazardous places and their equipment is especially fragile. Existing legislation privileges consequently camper's information in case of emergency. In practice, if most (but not all) operators really inform their customers, the organisation of alert is still to be improved : some camp sites do not have a flood-alarm system and many operators complain about frequent and unnecessary meteorological alerts. The interviewed operators are not always aware of the risk and are afraid of the impact of information on tourist activity. It brings out that the enforcement of the law more relies on the constraint of State than on the conviction of the operators.
Key-words. — flood, camp site, mountain, Hautes-Pyrénées, legislation, perception.

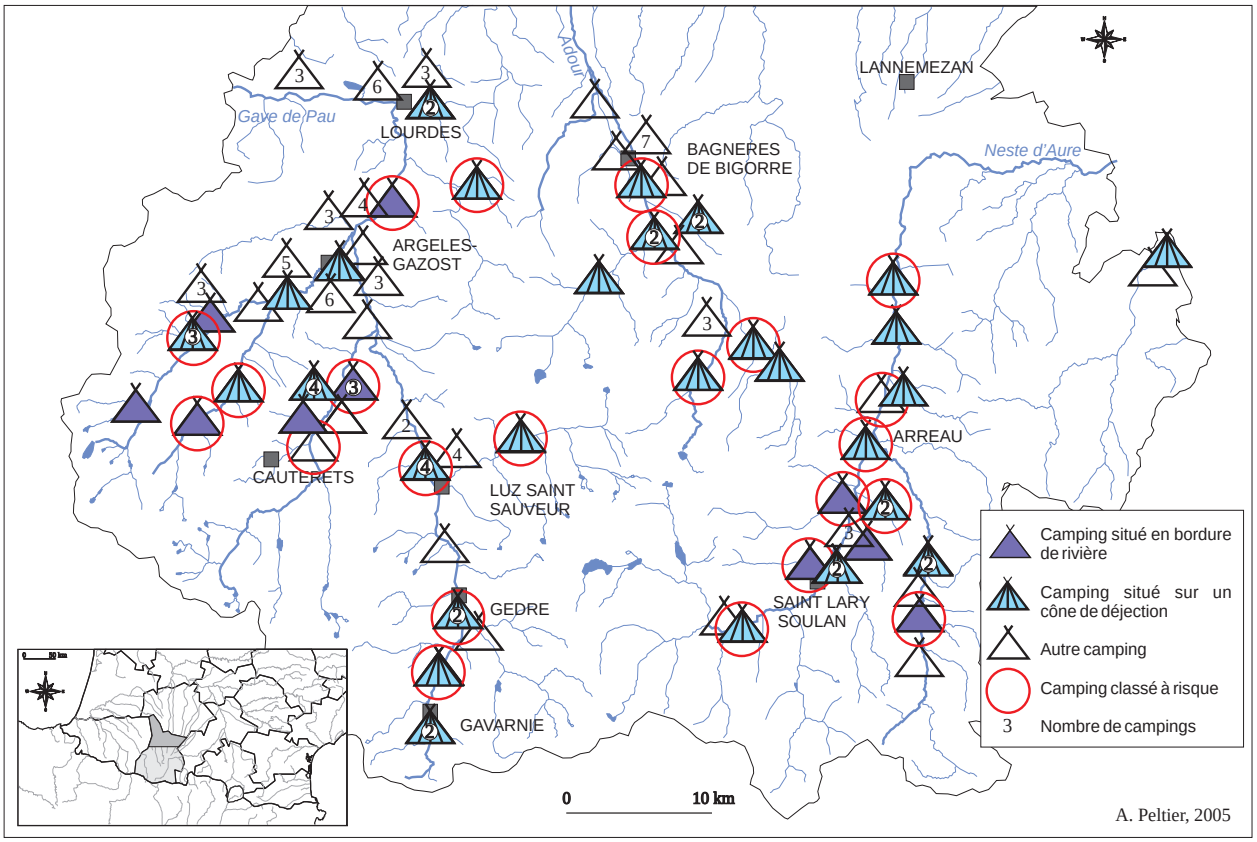
La catastrophe du Grand Bornand, responsable de la mort de 23 campeurs en juillet 1987, a attiré l'attention des pouvoirs publics sur la vulnérabilité des campings de montagne face aux crues torrentielles. Le législateur s'est alors interrogé sur la vulnérabilité de ces infrastructures. La réglementation édictée en 1990 et 1994 a pris le parti de la gestion de l'urgence, en privilégiant l'information des campeurs et l'évacuation en cas de montée des eaux. En 2001, 4 768 campings sont ainsi classés à risque en France, dont 60 % en raison d'un risque d'inondation ou de crue torrentielle. Plus de dix ans après la mise en place de cette législation, on peut s'interroger sur les modalités et les limites de son application, ce qui nécessite tout d'abord de préciser la nature des risques menaçant les campings ainsi que les contraintes imposées par la loi. La théorie sera ensuite confrontée à la pratique par le biais d'une analyse de terrain permettant de mettre en évidence l'application de la loi et ses freins éventuels.

Une enquête a été menée dans une partie des campings des Hautes-Pyrénées[1], département à la fois particulièrement touristique (stations thermales, stations de ski, tourisme vert, tourisme religieux, etc.) et soumis à des risques d'inondation importants et variés. En montagne, la proximité d'un cours d'eau est un facteur d'implantation pour les campings (figure **10.1 p. 98**). En effet, les rives des cours d'eau sont souvent les seules zones qui restent libres de constructions. D'autre part, du fait de l'humidité et du risque, ce sont des terrains peu coûteux. Enfin la présence d'un ruisseau représente un agrément pour des touristes en mal de nature : nombre de campings portent d'ailleurs le nom du ruisseau au bord duquel ils sont installés, signe que le cours d'eau représente une valeur ajoutée. Conséquence de ce qui précède, en 2001, 46 campings sont classés à risque parmi les 165 que comptent les Hautes-Pyrénées, dont quatre cinquièmes des classements suite à un risque d'inondation ou de crue torrentielle (MEDD, 2001).

10.1 Un risque spécifique

Le risque menaçant les campings soumis aux inondations est tout à fait particulier. La nature de l'aléa y joue un rôle

[1] La présente contribution propose des résultats provisoires issus de l'étude d'une partie des campings classés à risque.



Sources : cartes topographiques IGN au 1/25 000 ; préfecture des Hautes-Pyrénées.

Attention : la carte ne représente que la proximité avec un cours d'eau, évaluée à partir de cartes topographiques. Elle ne signifie donc pas obligatoirement que le camping est directement menacé par un aléa.

Fig. 10.1 La proximité des cours d'eau, facteur d'implantation des campings (région montagneuse des Hautes-Pyrénées)

important, mais ce sont les enjeux menacés qui en font toute la spécificité.

10.1.1 Les aléas

L'inondation menaçant un camping, en montagne, peut prendre essentiellement deux formes : la crue inondante des rivières et la crue torrentielle des torrents et de certaines rivières très en amont des bassins-versants.

Les crues torrentielles affectent les torrents et certaines rivières à forte pente et à petits bassins-versants. Le débit solide est important, la montée des eaux rapide et le cours d'eau a une forte capacité érosive. Si la charge solide est particulièrement forte, l'écoulement se fait sous la forme d'une lave torrentielle. Outre les berges des rivières, les cônes de déjection sont particulièrement menacés par les crues et les laves torrentielles, avec une intensité variable en fonction de la situation des enjeux par rapport au torrent et à l'apex du cône (Antoine, Desailly, 2001). La gestion d'urgence dans le cadre de ce type d'aléa est particulièrement difficile : la prévision est à l'heure actuelle impossible dans la mesure où la crue d'un torrent peut résulter d'un phénomène orageux extrêmement localisé ; d'autre part le délai d'alerte est dangereusement court compte tenu de la concentration très rapide des eaux dans ces petits bassins-versants.

Plus en aval et sur les rivières principales, les crues inondantes se caractérisent par une montée des eaux plus lente, une charge solide moins importante et une capacité de submersion plus importante. En montagne, ces crues conservent une composante torrentielle marquée par des vitesses assez importantes et une capacité érosive non négligeable. Les campings menacés sont donc ceux qui sont implantés dans le lit majeur des rivières. Malgré la montée rapide des eaux, il est possible de mettre en place un système d'alerte pourvu qu'il permette une réaction rapide. La crue de la Neste d'Aure les 4 et 5 juillet 2001 a donné un exemple des risques liés à ce type de crue : le camping de Sarrancolin a été submergé pendant quelques heures par une crue violente[1] survenue après des pluies orageuses tombées sur l'amont du bassin-versant (195 mm en 24 h à l'Hospice de Rioumajou, l'essentiel en une douzaine d'heures) (Gazelle, 2001).

1 Le temps de retour de la crue varie de 30 à 80 ans selon les cours d'eau concernés (Gazelle, 2001).

10.1.2 La vulnérabilité

La spécificité des risques menaçant les campings de montagne tient avant tout à la nature des enjeux menacés, avec une surreprésentation des enjeux humains par rapport aux enjeux économiques. Cette prépondérance des enjeux humains tient d'abord à la très grande fragilité des infrastructures. Celle des tentes est évidente, mais les caravanes et autres camping-cars ne valent guère mieux. Légère, la caravane flotte dans une faible quantité d'eau et est rapidement emportée par le courant. Par ailleurs, ses parois ne sont pas très rigides et sont facilement enfoncées par les matériaux charriés par la crue. Inconscients de cette fragilité, les campeurs ont tendance à se réfugier dans ces véhicules en se croyant à l'abri. Ils y sont presque aussi vulnérables que sous les tentes, qui au moins ne présentent pas d'ambiguïté quant à leur solidité. La légèreté des véhicules peut par ailleurs jouer un rôle aggravant sur l'aléa, en favorisant la formation d'embâcles.

La vulnérabilité des personnes est accentuée par le renouvellement constant du public : les occupants du terrain n'ont aucune connaissance du risque a priori et n'ont aucun des repères (durée ou intensité des précipitations, niveau d'eau, bruit du torrent, changement de couleur de l'eau) qui éveilleraient, ailleurs, leur vigilance.

Deux catastrophes récentes, survenues hors de notre terrain d'étude, ont démontré la grande vulnérabilité des campeurs. Le 14 juillet 1987, au Grand-Bornand, en Haute-Savoie, deux orages violents provoquent la crue des torrents du Chinaillon et du Borne. Un embâcle se forme sur le Borne, au niveau du pont surplombant le camping. Le torrent sort de son lit et ravage le camping situé dans son lit majeur. On compte 23 victimes (Comby, 1991 ; Besson, 1996). Le 7 août 1996, à Biescas, en Aragon, un violent orage provoque des abats d'eau très importants (200 mm en trois heures). Un embâcle se forme sur le rio Ara, sa rupture dévaste un grand terrain de camping situé en aval. Des milliers de mètres cubes de boue emportent voitures et caravanes sur plusieurs kilomètres, faisant 87 morts et 200 blessés graves.

Eu égard aux bilans très lourds énoncés ci-dessus, les enjeux matériels et plus largement économiques restent très modestes. Les biens menacés (voitures, tentes, camping-cars, caravanes ou bâtiments type sanitaires) ont une valeur économique relativement faible. Cette structure très particulière des enjeux justifie que les campings ne soient que faiblement protégés contre les crues. Elle explique que le législateur privilégie la gestion de l'urgence au détriment d'une protection dont le coût démesuré constituerait un frein excessif à l'exploitation.

10.2 Le cadre législatif : réduire la vulnérabilité par l'organisation de l'urgence

En matière de gestion des risques, la politique française depuis plus de vingt ans passe par la réglementation de l'occupation du sol. Il s'agit d'empêcher la construction dans les zones à risque. Pour ce qui est des campings, interdire l'exploitation dans les zones à risque reviendrait à fermer un grand nombre de structures, dans des zones où bien souvent le tourisme représente un outil majeur de développement économique. Face à ce dilemme et compte tenu de la nature spécifique des enjeux, le législateur a fait le choix du pragmatisme en décidant de favoriser la gestion de crise au détriment de la sécurité des biens. Le cadre législatif a été mis en place en deux étapes suivant la même logique[1].

10.2.1 Le décret du 11 octobre 1990

Le premier jalon a été posé avec le décret 90-918 du 11 octobre 1990 relatif au droit à l'information sur les risques majeurs[2]. Il y est précisé que l'affichage du risque, sous la responsabilité du maire, peut être imposé dans les campings dont la capacité excède cinquante campeurs sous tente, soit quinze tentes ou caravanes à la fois, à raison d'une affiche par tranche de 5 000 m^2 de terrain.

10.2.2 Le décret du 13 juillet 1994

L'essentiel de la réglementation est précisé dans le décret 94-614 du 13 juillet 1994, relatif aux prescriptions permettant d'assurer la sécurité des occupants des terrains de camping et de stationnement des caravanes soumis à un risque naturel ou technologique prévisible. Le préfet est chargé d'identifier les campings à risque. D'après l'exégèse du texte réalisée par la DIREN Midi-Pyrénées (DIREN MIDI-PYRÉNÉES, 2001), un camping peut être considéré comme à risque s'il se trouve dans la zone des plus hautes eaux connues. Le classement du camping dépend du rapport entre le délai nécessaire à l'alerte (temps écoulé entre les précipitations et l'arrivée de la crue) et le délai d'évacuation des campeurs dans les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire de nuit, par pluie battante et sol détrempé. Pour chaque terrain classé à risque, l'autorité établit un cahier de prescriptions, qui précise les directives à suivre en matière d'information, d'alerte et d'évacuation.

L'information : chaque exploitant doit afficher les consignes de sécurité, selon un modèle préétabli. Un document sur les risques encourus et les consignes de sécurité doit être remis aux nouveaux arrivants. Le cahier des prescriptions doit être tenu à la disposition des campeurs.

L'alerte : le cahier de prescriptions fixe les conditions et les modalités de déclenchement de l'alerte par l'exploitant. Celui-ci doit notamment prévenir le préfet et le maire en cas d'alerte. Le cahier prévoit également les mesures à mettre en œuvre en cas d'alerte ou de menace imminente et peut prescrire des conditions spécifiques d'exploitation du terrain. Des dispositifs d'alerte doivent être installés sur le terrain et

1 Les étapes intermédiaires de la mise en place de cette législation ainsi que l'encadrement précis sont rappelés dans DIREN MIDI-PYRÉNÉES, 2001 et 2002.

2 Décret d'application de la loi du 22 juillet 1987 sur la sécurité civile, la protection de la forêt contre l'incendie et la prévention des risques majeurs.

correctement entretenus.
L'évacuation : les prescriptions déterminent les conditions dans lesquelles l'exploitant peut prendre un ordre d'évacuation ainsi que la manière dont il doit avertir les campeurs de cette évacuation. L'exploitant est tenu de mettre en place des cheminements balisés normalisés pour permettre le regroupement des occupants en lieu sûr.
Le cahier de prescriptions[1] est réalisé par les services de l'État après consultation de la Commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité (émanation de la préfecture regroupant différents services déconcentrés de l'État ainsi que les services chargés de la sécurité), de la commission départementale de l'action touristique, du préfet et de l'exploitant. En cas de non respect des prescriptions dans les délais impartis, le camping peut être fermé provisoirement ou définitivement. C'est également le cas si l'analyse du risque est défavorable, c'est-à-dire s'il apparaît que le délai d'évacuation est trop important par rapport à l'alerte. Un camping du Lavedan situé sur un cône de déjection a ainsi été fermé plusieurs mois, le temps que soient réalisés des travaux de protection permettant de le mettre en sécurité.
L'encadrement législatif des campings à risque est donc assez complet, l'État assumant de façon particulièrement claire le fait de privilégier l'alerte et l'évacuation plutôt qu'une protection trop coûteuse. Cependant, il ne suffit pas d'édicter des règles : les lois pèchent généralement moins par leur nombre que par leur manque d'application. Une étude de terrain peut permettre d'évaluer les modalités de réduction de la vulnérabilité.

10.3 La réduction du risque d'inondation dans les campings des Hautes-Pyrénées

L'enquête de terrain devait permettre de répondre à deux questions : quelles sont les modes de réduction du risque effectivement mis en œuvre sur le terrain ? Quelle est l'attitude des exploitants face au risque et face aux contraintes qui leur sont imposées ? La méthodologie adoptée a été la plus souple possible, de façon à permettre une prise de contact en douceur avec les exploitants. La démarche a donc été de visiter les campings, afin d'évaluer si l'affichage est ou non réalisé, puis lorsque c'était possible d'engager une discussion informelle avec l'exploitant, en prenant soin de mener cette discussion sans témoin afin de ne pas placer l'exploitant en position délicate devant ses clients.

10.3.1 Protection et délocalisation

Parmi les méthodes de réduction de la vulnérabilité susceptibles d'être employées figure la délocalisation. Légères, les infrastructures des campings peuvent facilement être reconstruites ailleurs, sur un site moins exposé. Cependant, cette méthode n'est que très rarement employée. À notre connaissance, elle n'a jamais été utilisée dans les Hautes-Pyrénées. Il faut dire que les zones sûres sont rares en montagne et qu'elles sont souvent déjà aménagées. D'autre part il est vraisemblable que les collectivités locales ne sont guère pressées de déplacer des campings qui leur apportent une fréquentation touristique importante et donc des revenus financiers.
Plus usitées, les mesures de protection demeurent modestes. Les terrassements font partie des aménagements les plus répandus. Lorsque l'exploitant nivelle son terrain, il en profite pour rehausser les berges du cours d'eau et ainsi limiter le risque. Peu coûteuses, ces mesures sont facilement exécutées et on les rencontre dans d'assez nombreux campings. L'autre aménagement-type est l'enrochement, qui conforte les berges des rivières et des torrents contre l'érosion. Les digues ou les murs-digues, lorsqu'ils existent, sont de faible importance aussi bien en longueur qu'en épaisseur. Enfin, certains campings situés sur des cônes de déjection sont protégés comme l'ensemble du cône par des dispositifs du type barrage filtrant avec plage de dépôt. C'est le cas du cône de Vignec, en Vallée d'Aure, dont les torrents ont connu à de nombreuses reprises des crues dévastatrices (Antoine, 1995). De manière générale, les terrains sont cependant peu et mal protégés et certains ne le sont pas du tout.

10.3.2 L'application contrastée de la législation

Les contraintes qui pèsent sur les exploitants de campings relèvent avant tout du décret de 1994. Cependant, les autorités locales ont la possibilité d'édicter des règles plus précises et le cas échéant plus sévères. Ainsi, la Direction régionale de l'environnement (DIREN) Midi-Pyrénées et la préfecture des Hautes-Pyrénées ont-elles des exigences particulières. Certains exploitants de campings classés à risques sont ainsi incités à habiter sur place. Par ailleurs, dans certains campings, une bande de terrain de 5 à 10 mètres au bord de l'eau est interdite aux caravanes voire également aux tentes. Formant un corpus considéré comme relativement contraignant, ces règles ne font pas l'unanimité parmi les exploitants.

10.3.2.1 L'affichage du risque

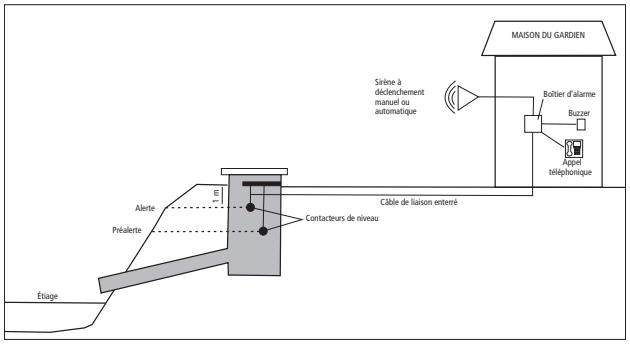
La majorité des exploitants de campings à risque respectent les consignes d'affichage. Sur le fond, l'information fournie est assez homogène. Elle précise la nature du risque, les consignes à suivre en cas d'évacuation, et parfois les mesures prises pour limiter le risque. En revanche, la forme est assez hétérogène. Certains plans d'évacuation se contentent de représenter le cheminement d'évacuation ainsi que le point de ralliement sur un plan plus ou moins lisible, d'autres présentent un véritable zonage des risques avec les parcelles à évacuer en priorité. Le ton des affiches cherche à rassurer les campeurs que le risque d'inondation aurait pu effrayer. Il se veut chaleureux, voire protecteur : « *Nous avons pris toutes les mesures pour vous protéger : élévation des berges rive gauche, zone de désensablage rive droite, enrochements, dis-*

1 Son contenu est précisé par l'arrêté du 6 février 1995 fixant le modèle du cahier de prescriptions de sécurité destiné aux gestionnaires de terrains de camping et de stationnement de caravanes soumis à un risque naturel ou technologique prévisible.

positif d'alerte des crues (sondes, radio, contrôle et sirènes). »
Les exploitants qui affichent le risque respectent également l'obligation de fléchage des voies d'évacuation.
Cependant certains exploitants dont les campings sont classés à risque n'affichent pas le risque. La proportion est relativement faible, moins d'un quart des campings à risque visités, mais elle n'est pas nulle. Ces « oublis » concernent généralement des campings dans lesquels le risque est modéré. Les campings les plus menacés respectent quant à eux l'obligation, ce qui témoigne d'une pression assez marquée des services préfectoraux. En juillet 2002, la dernière visite de la commission de sécurité dans les campings à risque des Hautes-Pyrénées datait pourtant en moyenne de près de quatre ans. Selon la préfecture, la commission de sécurité cherche à visiter tous les campings à risque en trois ans. Un camping classé à risque peut donc rester trois années sans contrôle, et certains, dans le passé, le sont restés plus longtemps, ce qui explique peut-être certains « oublis » d'exploitants particulièrement étourdis.
Un deuxième élément laisse supposer que le respect des consignes est lié à la pression de la préfecture plus qu'à une réelle conviction des exploitants : le document sur les consignes de sécurité destiné aux campeurs ne leur est, de l'aveu même des exploitants, jamais remis. Lors des entretiens, ce document ne nous a jamais été distribué spontanément en début de discussion. Surtout, les exploitants ont admis ne jamais le remettre aux campeurs. Le document est prêt au cas où passerait la commission de sécurité…

10.3.2.2 L'alerte

Elle prend deux formes : l'alerte météorologique, signalant qu'un phénomène dangereux est susceptible de se produire, et l'alerte hydrologique, indiquant la montée des eaux. L'alerte météorologique suit un parcours assez complexe. En cas de survenue possible d'un phénomène dangereux (précipitations intenses par exemple), Météo-France informe la préfecture, qui alerte les gendarmeries des zones menacées, qui informent les exploitants de campings, qui informent les campeurs. Le délai d'alerte est donc relativement long. La mise en place d'automates d'alerte est en projet dans le département (préfecture des Hautes-Pyrénées, comm. pers.). Le défaut de l'alerte météorologique tient surtout à son manque de crédibilité. Les exploitants sont unanimes pour se plaindre de la multiplication des fausses alertes. Tous donnent des exemples d'informations alarmistes transmises par la préfecture ou la gendarmerie et non suivies d'effets. Tous aussi évoquent tel orage, telle crue, qui n'avait pas été prévu. Le reproche général est que « *les services de l'État veulent ouvrir le parapluie* ». On discerne souvent une certaine animosité vis-à-vis de cette entité abstraite qu'est l'Administration, accusée de se cacher dans les bureaux et de ne pas connaître le terrain.
Quoi qu'il en soit, l'alerte météorologique, trop imprécise dans le domaine montagnard, est largement insuffisante pour assurer la sauvegarde des campeurs. C'est pourquoi elle se double, dans les Hautes-Pyrénées, d'une politique volontariste en matière d'alerte hydrologique. L'alerte aux crues peut reposer sur le service d'annonce des crues géré par l'État. Mais en montagne les délais d'alerte sont beaucoup trop courts pour permettre l'évacuation des campeurs. Des systèmes d'alerte locale aux crues sont donc mis en place. Le système de flotteur à contact préconisé par la DIREN Midi-Pyrénées est simple : lorsque l'eau monte, le flotteur ouvre ou ferme un circuit électrique (figure **10.2**), déclenchant ainsi une alerte à distance chez l'exploitant. Celui-ci se charge ensuite de répercuter l'alerte auprès des campeurs. Le système doit être indépendant des phénomènes liés à la crue : alimentation électrique autonome, câbles de transmission souterrains, boîtier du flotteur abrité des matériaux transportés par la crue, etc. La limite essentielle du système tient au fait qu'il ne peut être installé que sur une rivière torrentielle dont la vitesse de montée des eaux laisse un délai d'alerte suffisant, ce qui exclut d'office les torrents. Ce système est installé ou en cours d'installation dans certains campings des Hautes-Pyrénées et plus généralement de Midi-Pyrénées. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'en implanter un dans chaque camping : le boîtier installé sur les rives de la Neste d'Aure au camping de Bourisp sert ainsi d'alerte pour le camping d'Arreau et pour l'école maternelle de Vignec. Reste l'éternel problème lié à ce type d'approche : la machine étant faillible, elle ne remplace pas l'homme et les exploitants ne doivent pas se sentir exonérés d'une surveillance attentive du niveau de l'eau en période de crue.



Source : DIREN Midi-Pyrénées, 2002.

Fig. 10.2 Système d'alerte locale aux crues

10.3.2.3 L'évacuation

Dans la mesure où le renouvellement constant du public rend les exercices d'évacuation difficilement envisageables, la seule vérification possible de l'efficacité des mesures d'évacuation se produit lors de la crue. De ce point de vue, la crue de juillet 2001 dans le bassin de la Neste a constitué un test grandeur nature. Le 5 juillet, à 4 heures du matin, 43 personnes ont été évacuées au camping d'Aragnouet, puis 40 au camping du Rioumajou, enfin 10 caravanes à Sarrancolin (*La Nouvelle République des Pyrénées*, 5 juillet 2001). Malgré la crue, la nuit et la pluie, on n'a compté aucune victime. En l'absence d'autre événement du même ordre, on peut donc supposer que les mesures d'évacuation, telles qu'elles sont conçues, fonctionnent de façon assez satisfaisante. Pour

autant, ce succès ne doit pas faire oublier les facteurs de blocage à l'application de la législation, et notamment l'attitude ambiguë des exploitants face au risque.

10.4 Les exploitants face au risque

Le dialogue avec les exploitants montre qu'ils sont rarement convaincus par les mesures qu'ils sont chargés d'appliquer. L'inquiétude la mieux partagée est celle d'effrayer les touristes. Mais plus largement, le discours sur le risque est assez confus.

10.4.1 La crainte de l'impact de l'information

Beaucoup d'exploitants craignent d'effrayer les touristes. Ils hésitent donc à les informer et s'efforcent de cacher le risque (par exemple en ne distribuant pas les documents sur les consignes de sécurité) et/ou de minimiser son importance en rassurant les campeurs. C'est le sens des informations sécurisantes sur les mesures de protection affichées dans les campings. Tel exploitant dont le camping se trouve dans le lit majeur du Gave de Cauterets explique ainsi que lorsque des gens inquiets viennent s'informer « *on les rassure : ça n'arrive que lors de gros orages* ». d'autres avouent leur crainte d'un impact négatif de l'information : « *on a voulu empêcher les clients d'installer les caravanes au bord de l'eau. Mais je ne peux pas dire aux gens qu'ils peuvent mettre leur tente mais pas leur caravane, ça les ferait fuir*. » Plus surprenant, cette crainte s'étend également aux services de l'État : obtenir de la préfecture la liste des campings à risque n'a pas été simple, de crainte, explicitement, d'une contre-publicité pour les exploitants.

Pourtant, s'ils admettent que des clients viennent parfois leur demander des précisions, les exploitants qui affichent largement le risque affirment que cet affichage n'a pas d'impact négatif. Selon leurs estimations, seul un pourcentage très faible de campeurs repart après avoir vu les panneaux, de l'ordre de quelques personnes seulement par saison. De multiples critères interviennent dans le choix d'un lieu de villégiature. Les touristes tiennent compte de critères de confort, de localisation, de qualité des infrastructures, qui relèguent le risque au rang d'une donnée parmi d'autres… d'autant plus que dans certaines vallées la quasi-totalité des campings est classée à risque et que l'affluence estivale ne permet pas toujours de choisir (figure **10.1 p. 98**).

10.4.2 Un discours équivoque sur le risque

La discussion avec les exploitants fait apparaître un discours assez ambigu, relevant de plusieurs types de mécanismes entre lesquels il n'est pas toujours facile de faire une distinction nette.

10.4.2.1 La méconnaissance de l'aléa

De manière générale, l'aléa est mal connu et mal compris. Le discours des exploitants témoigne d'un certain nombre de confusions, dont la première tient à la surestimation du rôle des forêts. Pour certains exploitants, un bassin-versant boisé est synonyme d'absence de risque. La forêt, si elle joue un rôle au demeurant encore mal compris dans l'hydrologie d'un bassin-versant, n'est pourtant pas un gage de sécurité absolue. La confusion passe également par la sous-estimation du danger représenté par le cours d'eau. La petite taille du bassin-versant, la faible largeur ou profondeur du cours d'eau, apparaissent comme des facteurs de sécurité. La brutalité potentielle du phénomène n'est pas toujours perçue. Or le propre de la crue grave est justement qu'elle dépasse les normes déduites de l'observation quotidienne. Le discours des exploitants fait également apparaître une méconnaissance des rythmes catastrophiques. Plusieurs s'appuient sur la tradition locale pour affirmer que le cours d'eau n'a jamais connu de crue grave : « *on est là depuis longtemps et il ne s'est jamais rien passé*. » Pourtant, l'absence d'activité récente n'est pas un critère suffisant d'évaluation du risque. En fait, et malgré une histoire chargée, les Hautes-Pyrénées n'ont pas connu d'événement majeur durant les dernières décennies, ce qui contribue à l'oubli du risque.

Il est très délicat d'évaluer dans quelle mesure cette méconnaissance de l'aléa résulte d'une réelle confusion sur les caractéristiques du phénomène et dans quelle mesure il s'agit plutôt pour les exploitants de se rassurer — comme ils rassurent leurs clients. Compte tenu de la nature des arguments avancés, on peut supposer que la connaissance de l'aléa est en partie le résultat d'une information scientifique mal comprise. En revanche d'autres arguments font apparaître une tentative de minimisation du risque qui ne peut pas relever uniquement de l'ignorance.

10.4.2.2 La minimisation du risque

La plupart des exploitants interrogés tentent de minimiser le risque. Ils emploient pour cela des arguments laissant supposer que le risque est maîtrisé, ce qui suggère que leur perception du risque est partiellement biaisée par leur volonté de se rassurer.

L'illusion de maîtrise du risque passe d'abord par la réalisation de travaux. Les exploitants pensent que depuis qu'ils ont fait réaliser des terrassements ou des enrochements il n'y a plus de risque. Il est vrai que le rehaussement du terrain par des terrassements peut mettre le camping à l'abri de la submersion. Cependant les cas évoqués par les exploitants ne sont pas toujours aussi favorables ; la plupart du temps, les travaux, s'ils réduisent l'aléa, ne le suppriment pas. Variante de cette approche : les barrages EDF suppriment le risque en retenant l'eau.

Le recours à des événements récents, au lieu d'attirer l'attention des exploitants sur l'importance du risque, leur sert plutôt de contre-exemple. Ainsi, si la catastrophe du Grand Bornand, assez ancienne et éloignée, n'a jamais été citée, les Pyrénéens ont en revanche été marqués par celle de Biescas. Plusieurs exploitants y font référence… pour mettre en évidence sa spécificité et montrer qu'une catastrophe identique ne peut pas se produire dans leur camping. Ceux qui évoquent Biescas rappellent que le bassin-versant du rio

Ara est dénudé, qu'il est plus grand, expliquent que c'est un versant entier qui a glissé... En revanche, autour de leur terrain, les versants sont boisés, en tout cas végétalisés, les lacs d'altitude retiennent l'eau, etc.

10.4.2.3 La maîtrise du risque

Une autre facette de la distorsion de l'image du risque passe par l'idée que l'exploitant, par sa connaissance du phénomène, peut le maîtriser. Plusieurs exploitants expliquent ainsi qu'ils savent, au bruit ou à l'allure du cours d'eau, quand la menace se rapproche. Ils disent avoir des repères (tel rocher, tel niveau en dessous du pont) qui leur permettent de savoir quand ils devront évacuer : « *on a nos repères, on connaît le bruit du Gave lors des crues* » ; « *on a un repère sur l'autre rive, un rocher. Quand il est submergé, il reste environ un mètre cinquante avant le débordement*. »

On assiste donc bien à des tentatives répétées de réduction de l'image du risque. Ce processus peut aller jusqu'à la négation pure et simple. Certains nient le classement du camping ainsi que le risque, parfois contre l'évidence. D'autres nient le classement mais au cours de la discussion reconnaissent l'existence du risque ou de mesures de mitigation, et admettent que l'administration leur impose des contraintes.

Contrairement à la méconnaissance du risque dont on peut supposer qu'elle est le résultat d'une réelle confusion, la minimisation du risque est en revanche très vraisemblablement le résultat d'une stratégie mentale destinée à exorciser la peur d'un accident. Cette distorsion entre la connaissance du risque et le comportement des individus relève d'un processus de dissonance cognitive, processus appliqué aux risques naturels par Philippe Schoeneich et Mary-Claude Busset-Henchoz à propos des avalanches dans les Alpes vaudoises (Schoeneich, Busset-Henchoz, 1998a et 1998b). Sur leur terrain d'étude, ils distinguent plusieurs stratégies pour réduire cette dissonance : la minimisation du risque, la justification du comportement, la minimisation de la dissonance (par l'humour, le fatalisme ou l'impression de maîtriser le risque). En l'état actuel de nos recherches, la réduction de la dissonance passe par la minimisation du risque ainsi que par le sentiment de maîtrise du risque. Des entretiens plus fouillés seraient cependant nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Concrètement, la minimisation du risque se traduit par une vision très critique des mesures imposées par l'État, des mesures presque toujours considérées comme des contraintes hors de proportion avec l'intensité du risque. Il serait nécessaire d'évaluer dans quelle mesure cette critique de l'État est également le signe d'une opposition centre-périphérie, soit à la fois ici ville-campagne et plaine-montagne. Utiliser la dissonance cognitive comme grille de lecture permet en tout cas d'expliquer pourquoi certains exploitants, qui pourtant affichent le risque, affirment que leur camping n'est pas menacé. Au-delà de cette remarque, il apparaît que l'obligation d'information n'est pas suffisante pour convaincre les exploitants, qui se persuadent que le risque est faible voire nul. On ne peut donc pas attendre que les exploitants réussissent à sensibiliser les campeurs, leur discours tendant toujours, d'une façon ou d'une autre, à minimiser le risque.

La politique de réduction de la vulnérabilité par l'information et la gestion de crise ne fonctionne donc sur le terrain que grâce à une implication très volontariste des pouvoirs publics, et non grâce à la conviction des exploitants. Ce manque de conviction se traduit par une application contrastée de la loi : si l'affichage du risque est globalement quoique inégalement réalisé, de réelles difficultés restent encore à régler dans ce domaine. Surtout, on peut s'interroger, devant les réticences des exploitants, sur les conséquences d'une éventuelle démobilisation des pouvoirs publics. À l'heure actuelle, l'amélioration de la sécurité dans les campings passe par une alerte météorologique mieux conçue et plus efficace, permettant par exemple d'assurer une meilleure vigilance des exploitants dans les situations critiques. Il apparaît également nécessaire d'améliorer l'information des exploitants afin de les convaincre de la réalité du risque. En 1998, Philippe Schoeneich et Mary-Claude Busset-Henchoz s'interrogeaient sur l'opportunité d'informer à tout prix les populations vivant dans des zones dangereuses lorsqu'elles ont développé des stratégies mentales d'adaptation au risque et qu'une meilleure connaissance du risque ne leur apporterait qu'un inconfort supplémentaire sans amélioration de leur sécurité. Dans le cas des campings de montagne, la situation est différente : l'information des exploitants apparaît comme un point clef d'une meilleure compréhension du risque, permettant une meilleure transmission de cette information auprès des campeurs ainsi que l'acceptation de mesures contraignantes en termes d'affichage, d'alerte, voire de restrictions d'utilisation.

10.5 Références bibliographiques

Antoine J.-M. (1995) — *Enquête de programmation des actions RTM dans les bassins d'Aure-Louron, Barousse et Nistos. Risques naturels et catastrophes dans les bassins des Nestes, du Nistos et de l'Ourse depuis le* XVII*e siècle* — Service de Restauration des Terrains en Montagne, Conseil Général des Hautes-Pyrénées, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt des Hautes-Pyrénées, 102 p., non publié.

Antoine J.-M. & Desailly B. (2001) — Habitat, terroirs et cônes de déjection torrentiels dans les Pyrénées commingeoises — in Berthe M., Cursente B. (éd.) — *Villages pyrénéens. Morphogenèse d'un habitat de montagne* — Université Toulouse-Le Mirail, Toulouse, pp. 27-44.

Besson L. (1996) — *Les risques naturels en montagne. Traitement — Prévention — Surveillance* — Artès-Publialp, Grenoble, 437 p.

Comby J. (1991) — Le Grand Bornand. Évaluation du caractère exceptionnel et imprévisible de la catastrophe — *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, n° 3, pp. 195-204.

DECROP G. & CHARLIER C. (1998) — *De l'expertise scientifique au risque négocié. Le cas du risque en montagne* — Cemagref Éditions, 102 p.

DIREN MIDI-PYRÉNÉES (2001) — *Campings en zone inondable. Principaux textes réglementaires* — Club Risques naturels Midi-Pyrénées, Journée thématique du 23 octobre 2001, [en ligne], disponible sur **www.midi-pyrenees.environnement.gouv.fr**

DIREN MIDI-PYRÉNÉES (2002) — *Note régionale sur la sécurité des campings en zone inondable* — Club Risques Midi-Pyrénées, juin 2002, [en ligne], disponible sur **www.midi-pyrenees.environnement.gouv.fr**

GAZELLE F. (2001) — *Crue de la Neste du 5 juillet 2001. Rapport technique et photographique* — DIREN Midi-Pyrénées, Service Hydrologie et prévention des risques naturels, np.

MEDD, 2001, *Enquête nationale 2001 sur les campings aménagés*, [en ligne], disponible sur **www.environnement.gouv.fr**

SCHOENEICH P. & BUSSET-HENCHOZ M.-C. (1998a) — *Les Ormonans et les Leysenouds face aux risques naturels. Représentation des risques naturels et stratégies d'occupation du territoire dans la Vallée des Ormonts (Préalpes vaudoises)* — Rapport final PNR 31, vdf, Zürich, 230 p.

SCHOENEICH P. & BUSSET-HENCHOZ M.-C. (1998b) — La dissonance cognitive : facteur explicatif de l'accoutumance au risque — *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp. 53-62.

Partie 4

Scénarios et outils d'évaluation

11 Une méthodologie pour l'évaluation économique des risques et de l'efficacité des parades : EVARISK

Jean Pierre Asté
GIPEA Consultants

Résumé. — L'évaluation préalable des pertes potentielles (risque encouru) qui pourraient résulter d'un événement ou enchaînement d'événements d'origine naturelle ou anthropique n'est quasiment jamais réalisée, et ce d'autant que, faute de certitude sur le mode et le délai de manifestation de l'événement, cette évaluation doit être faite pour une série de scénarios correspondant aux diverses hypothèses envisageables. Elle est pourtant un élément indispensable de la prise de décision en matière d'investissements en actions de prévention : ces actions ont un coût que l'on devrait chaque fois comparer à l'économie de pertes attendue.
On montre ici comment, à partir d'une régionalisation de l'aléa et d'une identification précise des éléments exposés, on peut établir un bilan éclairé des pertes pour chaque scénario. On applique ensuite une méthode couramment utilisée en Suisse de choix des solutions les plus efficaces.
Mots-clés. — économie, dommages, risques, inondation, coût/bénéfice.

Title. — *Methodology for risks economic assessment and protection efficiency evaluation*
Abstract. — The primary evaluation of potential losses (incurred risk), resulting from one or successive natural or anthropic events, is quite never realised. Indeed, for lack of certainty on the events modes and delays, these evaluations have to be established for series of scenarios corresponding to different conceivable hypotheses.
Yet it is a really important element to come to decision as regards to preventive actions investments : these actions have a cost that should be compared expected losses saving. The present note expose how to make a clear looses tool or balance for each scenario, using a regionalisation of hazard and a precise identification of the exposed elements. A methodology, commonly used in Switzerland, must be then applied in order to choose the most efficient solutions.
Key-words. — economy, losses, risks, floods, Cost/benefit.

11.1 Introduction

Si l'on établit, notamment au niveau des compagnies d'assurances et surtout de réassurances, des bilans relativement fiables des pertes économiques enregistrées à la faveur de grands phénomènes dommageables d'origine naturelle ou anthropique, il est beaucoup plus rare de disposer d'un bilan prévisionnel pour un phénomène pressenti. Ce sont pourtant de tels bilans qui permettraient de quantifier économiquement le risque encouru et qui fourniraient des arguments pertinents pour les prises de décision.
Dans la quasi-totalité des cas ce risque n'est évalué que qualitativement sur la base de règles empiriques qui demeurent extrêmement floues et discutables. Elles s'appuient sur les concepts d'aléa et de vulnérabilité.
Aléa, comme son équivalent anglais de « hazard », est un mot moins significatif que celui de « menace » utilisé en Amérique latine. La menace ne relève que de l'imagination des gens et, quand on la traque, on aimerait en définir le contenu pour mieux l'identifier. Ainsi faudrait-il, par exemple, dans un contexte donné, préciser les caractéristiques du phénomène d'instabilité redouté, de l'inondation attendue ou de l'enchaînement d'événements ou de dysfonctionnements qui peuvent conduire d'une simple panne à une catastrophe industrielle. Mais cela nécessite de l'expérience et des moyens et l'on se contente le plus souvent, notamment pour l'élaboration des PPR, d'une évaluation de l'aléa qui reste très sommaire. On préconise dans certaines recommandations ministérielles de considérer d'une part ce que l'on appelle abusivement la probabilité d'occurrence de l'événement et d'autre part, l'intensité ou la magnitude de celui-ci. Sur une telle base, il est difficile d'échapper à une totale subjectivité, et corrélativement, il est impossible d'expliciter et plus encore de relativiser les niveaux d'aléa affichés.
Le terme de **vulnérabilité** est aussi source de confusion. À la base, il peut être compris comme le degré d'endommagement (pour des biens), de dysfonctionnement (pour des activités ou fonctions sociales) ou de préjudice (pour des personnes) subi par l'élément, sous l'effet de la manifestation locale du phénomène là où il se trouve. Là encore, faute de méthodes et de moyens, on traite souvent de l'importance de l'élément considéré ou de sa fonction plus que de sa véritable vulnérabilité.
Le **risque** encouru est naturellement fonction de la menace et de l'endommagement. Ce n'est pas le produit de l'aléa par la vulnérabilité ! Compte tenu du flou dénoncé plus haut dans l'appréciation de ses composantes, il ne faut pas s'attendre à beaucoup d'efficacité dans l'évaluation du risque. Tout au plus peut-on dire que le risque encouru est plus

grand si l'on considère un élément important situé dans une zone de menace élevée. Cela permet heureusement d'identifier les zones les plus dangereuses d'un territoire et d'orienter les développements possibles, mais c'est totalement insuffisant dans la conduite d'une situation de crise, dans l'aide à la prise d'une décision importante.
Il y a pourtant moyen de faire mieux, à des coûts et dans des délais acceptables, à condition de faire un effort d'acquisition et de validation de données élémentaires, de reformulation de règles très discutables et de redistribution de moyens financiers. On ne va s'intéresser, dans ce qui suit, qu'aux phénomènes naturels, mais les méthodes évoquées s'appliquent parfaitement aux risques technologiques.

11.2 Aléa : La caractérisation du phénomène et la régionalisation de ses effets

11.2.1 Des méthodes de caractérisation adaptées à la nature du phénomène

Les moyens disponibles pour identifier, localiser et caractériser l'aléa dépendent beaucoup de la nature du phénomène concerné. On distingue des facteurs de prédisposition (topographie, nature et épaisseur des formation superficielles, couvert végétal, éléments géologiques et structuraux...) et des facteurs d'aggravation ou de déclenchement : pluie, ruptures d'ouvrage pour les inondations, sollicitations anthropiques, eaux qui ruissellent ou qui s'infiltrent pour les mouvements de terrain. On peut retrouver cette distinction entre facteurs de prédisposition et facteurs déclenchants ou aggravants en matière de phénomènes volcaniques ou sismiques.

11.2.1.1 Le cas des pentes instables

Ce sont des phénomènes complexes. On dispose de méthodes assez variées et qui devraient se compléter pour déceler les zones les plus instables. Mais il faut, pour cela, se référer à des événements déjà connus et dont les caractéristiques peuvent être fort différentes d'une zone géographique à une autre. Dans la plupart des cas, cependant, la pente, la nature et l'épaisseur des formations superficielles et le mode de ruissellement et d'infiltration de l'eau sont déterminants. Avec la vulgarisation des systèmes d'information géographique, on a été tenté de « croiser » la pente et la nature des formations géologiques pour déterminer l'aléa. Cela a conduit à beaucoup d'abus regrettables alors même qu'avec un peu plus de discernement et la mise en œuvre d'algorithmes plus pertinents que de simples croisements, on peut à partir de données régionalisées bien structurées, développer des outils puissants d'aide à la détermination des zones suspectes. La figure **11.1 p. 109** montre ce qui a été fait au Salvador avec le logiciel IRIS (Indice Régionalisé d'InStabilité) pour établir des cartes « dynamiques » d'aléa, prenant en compte l'influence des pluies et de la séismicité.

Il est même possible, sur des zones restreintes, ou le long d'itinéraires, par exemple, sous réserve d'avoir défini régionalement les conditions géotechniques et les conditions géométriques « aux limites », de lancer systématiquement, sur une grille de scrutation préétablie des calculs tridimensionnels plus complexes, avec les méthodes fondamentales de la mécanique des sols (3D.PENT de GIPEA).

11.2.1.2 Le cas des ruptures et des propagation de masses rocheuses

Pour ces problèmes, on définit en général des zones de départ et des zones de propagation sur un versant. On n'évoquera pas ici le problème des zones départ pour la détermination desquelles des moyens spécifiques et performants sont en cours de développement (3D.BLOC). En ce qui concerne la propagation, il existe aujourd'hui des modèles tridimensionnels de calcul sur un versant décrit par un modèle numérique de terrain. Pour plusieurs centaines de milliers de simulations, et en fonction de conditions de départ définies par des méthodes déterministes (3D.BLOC) ou semi probabilistes, on calcule en chaque pixel la hauteur et la vitesse de toutes les trajectoires qui le survolent et on en prend les valeurs maximales. On calcule aussi les points d'arrêt. On tient compte également de la variation locale des coefficients de rebond en fonction de la nature et de l'occupation du sol.
Toutes ces données sont exportées et l'on peut ainsi tracer des cartes de hauteur ou vitesse ou encore de nombre d'impacts (figure **11.2 p. 109**). On peut relancer les mêmes calculs en modifiant la morphologie du terrain (à travers le modèle numérique de terrain) pour simuler la construction d'ouvrages d'interception. En relançant les mêmes trajectoires on juge facilement de l'efficacité de l'ouvrage (figure **11.3 p. 109**).

11.2.1.3 Le cas des inondations

Comme pour les phénomènes précédents, il est nécessaire pour la détermination de l'aléa « inondation » de conjuguer :
- pour la prise en compte des facteurs permanents de prédisposition, les démarches naturalistes d'appréciation de la morphologie des zones inondables et les démarches déterministes de modélisation des écoulements hydrauliques. Le recours aux « laisses » d'inondations constitue une aide très intéressante ;
- et, pour celle des facteurs aggravants ou déclenchants, une démarche probabiliste de prévisions de l'évolution des conditions météorologiques.

Pour une période de retour déterminée de ces conditions dangereuses, c'est-à-dire pour un débit donné, on modélise avec des systèmes plus ou moins complexes la répartition des hauteurs et des vitesses de l'eau ainsi que des durées de submersion. Mais, pour mettre en œuvre ces modèles, il faut, préalablement, analyser finement la morphologie et la répartition des principaux obstacles (digues, ponts, rétrécissements du lit) pour optimiser le positionnement des nœuds de calcul.
Sous réserve de beaucoup d'expérience et d'une nécessaire prudence, on peut ensuite interpoler les résultats obtenus en chaque nœud, et, si l'on dispose d'un modèle numérique de

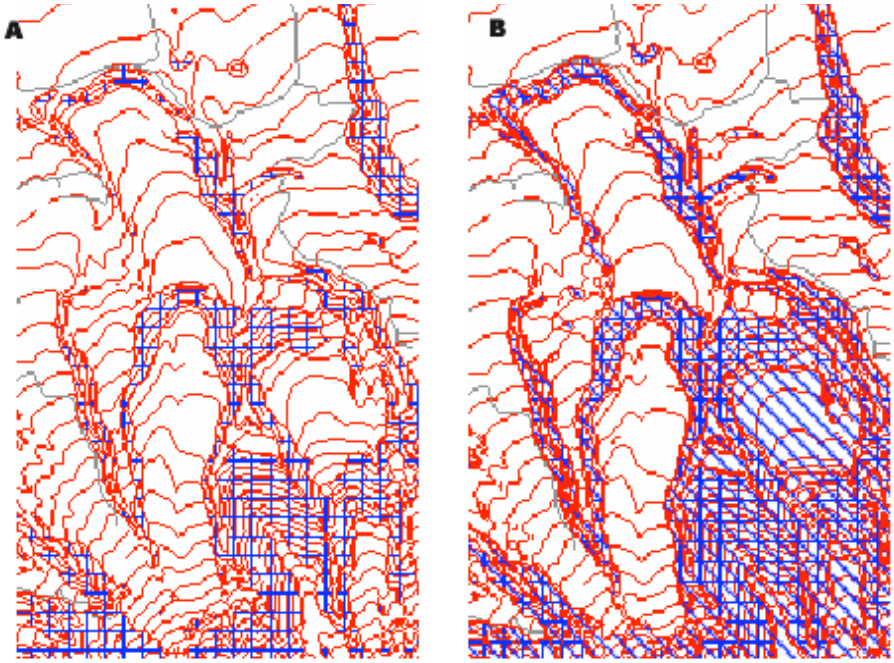


Fig. 11.1 Aléa en conditions de pluie intense (A) et en conditions de pluie intense et de séismes (B) (Salvador)

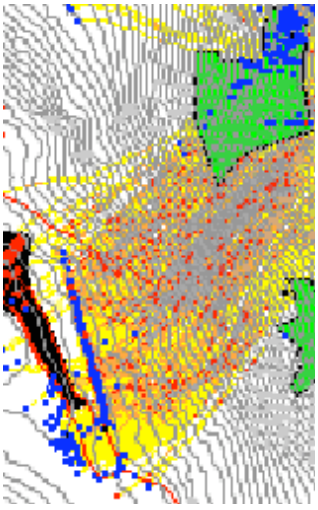


Fig. 11.2 Iso hauteurs de vol pour des blocs issus d'une falaise rocheuse

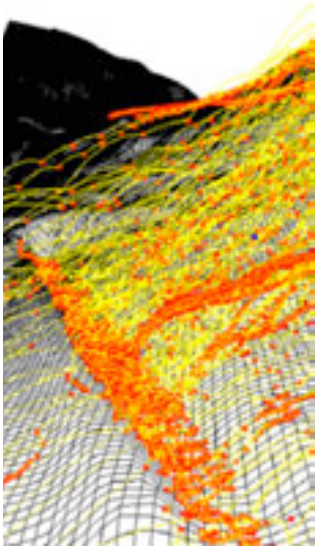


Fig. 11.3 Simulation de l'édification d'ouvrages dans la même zone

terrain avec une résolution suffisante, il est facile d'évaluer la hauteur d'eau au niveau de chaque pixel. La régionalisation des vitesses et des durées de submersion est un peu plus délicate, mais, il est toutefois possible, à condition de raisonner en classes plutôt qu'en valeurs absolues, d'affecter des valeurs à chaque pixel (tableau **11.1 p. 110**).
Le logiciel EVINOND développé par GIPEA permet ces traitements. Il permet aussi de mettre en œuvre les principes de l'acceptabilité de l'inondabilité définis par le Cemagref.

11.2.2 L'utilisation des ressources de la géoréférenciation

On a voulu montrer, à travers les trois cas évoqués ci-dessus, que, moyennant certaines réserves, il était possible, sur des territoires relativement importants, de caractériser régionalement les modes possibles de manifestation d'un phénomène naturel pressenti.
C'est le cas des inondations qui sera utilisé pour illustrer les potentialités du logiciel EVARISK, car c'est dans ce cas que l'on décrit et régionalise le plus facilement les caractéristiques dommageables principales du phénomène : hauteur et durée de submersion, vitesse de l'eau.
Il en est presque de même pour les phénomènes de propagation de masses rocheuses, puisque le modèle présenté permet de déterminer la hauteur et la vitesse de vol et les

Tableau 11.1 Exemple de règle d'évaluation de la magnitude de l'impact local d'une inondation

Valeurs proposés de I_G

	Durée		
Hauteur	**Quelques heures à 1 jour**	**1 à 7 jours**	**Plus de 7 jours**
0 à 50 cm	1	2	3
50 cm à 3 m	3	4	5
Plus de 3 m	5	5	5

Pour tenir compte de la vitesse, on propose de majorer cet indice I_G de la façon suivante, en le transformant en $I_{GV} = I_G + A$

Vitesse (m/s).	$< 0{,}5$	$0{,}5 < V < 1$	$1 < V < 3$
A	0	1	2

énergies d'impact en chaque point du territoire.
C'est plus difficile pour les mouvements de terrain puisque l'on caractérise plus leur potentiel de déclenchement que leur forme ou rythme de manifestation, comme par exemple l'amplitude des déformations ou propagations, au moins tant que l'on considère des territoires assez vastes. Mais les perspectives sont beaucoup plus intéressantes lorsque, notamment avec des techniques de surveillance (affaissements miniers par exemple), de traitement différentiel de modèles numériques de terrain sur des zones d'instabilité récurrente, et sur des territoires restreints, on définit un champ de déformations et on réunit des arguments pour établir un pronostic d'évolution à plus ou moins long terme.

11.2.3 Vers de nouvelles spécifications pour l'établissement de cartes d'aléas

On a voulu montrer ci-dessus qu'une utilisation raisonnée des outils et méthodes de la géomatique pouvait contribuer efficacement à la validation et à la structuration de la connaissance des facteurs de prédisposition à la manifestation d'un certain nombre de phénomènes naturels (aléas). On ne sous-estime nullement l'importance du travail de terrain de spécialistes. On prétend au contraire faciliter et optimiser leur travail par cette structuration préalable de la connaissance. On pourrait donc éliminer une partie du flou dénoncé ci-dessus dans les spécifications, en organisant l'agencement et la production des données de base nécessaires sur l'ensemble du territoire national. On pense en particulier à une meilleure vulgarisation et à une amélioration des modèles numériques de terrain, et à un programme moderne et bien structuré de mémorisation de données historiques.

11.3 La Vulnérabilité : identification et localisation des éléments exposés, de leur endommagement[1] prévisible et de leur valeur

11.3.1 L'identification et la localisation des éléments exposés

Une fois déterminée l'extension potentielle des zones de manifestation du phénomène redouté, il faut identifier, localiser et caractériser tous les éléments présents dans ces zones. Cela est d'autant plus difficile que les territoires touchés sont vastes, et qu'il faut s'efforcer de prendre en compte aussi bien les éléments directement affectés que ceux dont l'endommagement ou le dysfonctionnement résulteraient de la ruine des précédents. Il faut aussi considérer séparément les éléments existants et les développements envisagés dans l'équipement du territoire. On distingue généralement les biens, les activités et les personnes.

11.3.1.1 Les typologies et leur résolution

Faute de moyens et de méthodes, on se contente trop souvent d'une identification trop sommaire de ces éléments. Ainsi par exemple, on utilise le niveau de définition du Plan d'Occupation des Sols (POS et PLU), avec une résolution mal adaptée à l'objectif poursuivi ici. Dans beaucoup de PPR, à défaut de la résolution souhaitable, on se contente d'identifier les éléments les plus importants (hôpitaux, écoles, centres de secours...) et de déclarer un « risque » qui est davantage fonction de cette importance relative que de la véritable vulnérabilité de l'élément considéré.

11.3.1.2 Les sources d'information, des plans d'urbanisme et des photographies aériennes aux fichiers cadastraux et bases de données de la DGI et de l'INSEE

Pourtant, sous réserve de s'en donner les moyens, de nombreuses sources d'informations beaucoup plus précises existent, notamment avec les photographies aériennes et le cadastre. Celui-ci est établi à des fins purement fiscales et comporte deux parties : le parcellaire géographique et une importante base de données littérales.
Le parcellaire géographique est aujourd'hui géoréférencé dans la plupart des communes françaises. Il est donc facilement intégrable dans un processus de traitement de l'information territoriale. L'utilisation de la base de données littérale est plus délicate puisque d'une part elle est protégée par la loi « informatique et liberté » et que, d'autre part, sa structure est très complexe car elle a été conçue pour les besoins des services fiscaux.
Il serait naturellement souhaitable, compte tenu de l'intérêt qu'elle présente dans la gestion du territoire et de son développement, que cette base soit redéployée et complétée

[1] Endommagement pour les biens, dysfonctionnement pour les activités, préjudice pour les personnes.

pour que toutes les informations intéressantes et dont la divulgation ne porte pas atteinte à la propriété puissent être utilisées efficacement par les acteurs du développement.
En attendant la réalisation de ce vœu pieu, il est heureusement possible, avec les autorisations nécessaires et moyennant un important travail de programmation, d'aller chercher dans la base de données littérales un certain nombre d'informations pertinentes et de les associer aux parcelles décrites géographiquement (figure **11.4 p. 111**).

Liste d'informations sur les bâtiments touchés

Id_bat_2003	Nom	Num_rue	Adresse	Nbr_chambre
58	Chalet Castor	24	Chemin du pe	4
59	Chalet Castor	30	Chemin du pe	8
60	Chalet Mousti	60	Chemin du pe	4
61	Hotel la Gelin	100	Chemin du pe	32
63	Chalet Caribo	229	Chemin du pe	4
64	Chalet Grizzly	235	Chemin du pe	3
65	Chalet Otari(T	257	Chemin du pe	4
66	Chalet Blanch	263	Chemin du pe	5
67	Chalet Elan(D	265	Chemin du pe	4
68	Chalet Raton	267	Chemin du pe	11
69	Chalet Coyott	298	Chemin du pe	6

Fig. 11.4 Édition d'informations pertinentes issues de la base de données de la DGI (Direction générale des Impôts) pour l'organisation de la prévention (EMMA, GIPEA)

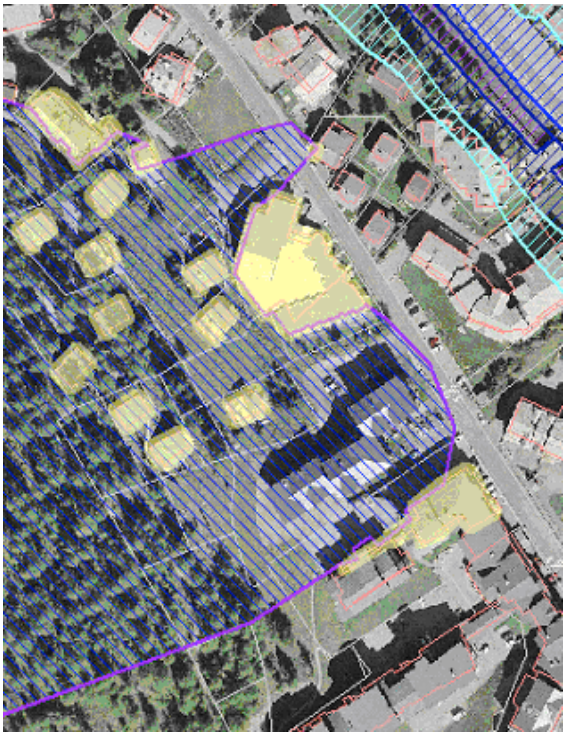


Fig. 11.5 Identification des bâtiments menacés par un couloir d'avalanche à partir d'une orthophoto

On n'a pas jugé nécessaire d'insister, à-propos d'aléas, sur l'importance de l'utilisation de photographies aériennes en conditions stéréoscopiques. Le traitement orthophotographique de ces mêmes photographies se généralise sur l'ensemble du territoire. Il permet d'identifier et de localiser aisément, donc de vérifier, d'actualiser et de compléter l'information sur l'occupation et l'utilisation des sols, et en particulier sur la nature et la situation des éléments exposés. Il constitue également un excellent moyen de communication pour l'appropriation du risque par les sociétés concernées (figure **11.5 p. 111**).

11.3.2 L'évaluation de leur vulnérabilité et de leur valeur

11.3.2.1 Vulnérabilité structurelle, fonctionnelle et personnelle

Comme on l'a vu ci-dessus, l'appréciation de la vulnérabilité n'est pas facile si l'on ne traite pas chaque élément séparément et en fonction de la forme locale de manifestation de phénomènes dangereux. Si l'on dispose des éléments nécessaires pour ce traitement, le travail est long et fastidieux et il faut s'efforcer d'en automatiser la réalisation (tableau ?? p. ??).
On peut traiter séparément la vulnérabilité ou degré d'endommagement prévisible des structures, celle des activités aux fonctions sociales (degré de dysfonctionnement), et celle des personnes (niveau de préjudice subi). On doit, pour cela, s'efforcer de tirer les leçons d'événements vécus et établir, même si elles sont empiriques et pourvu qu'elles soient explicitables, des relations entre les éléments descriptifs de la manifestation locale de phénomènes et certaines caractéristiques de l'élément affecté. On propose enfin un degré ou pourcentage d'endommagement dépendant de V_S et de I_{GV} (tableau **11.3 p. 112**).

11.3.2.2 Éléments de valeur

C'est encore un sujet difficile, et, comme pour les précédents, on ne prétend pas apporter ici une solution miracle, mais le début d'une méthode.
En ce qui concerne les biens, on dispose de moyens d'évaluation dans les bases de données littérales de la DGI, sous réserve, naturellement de traiter l'information globalement, en contrôlant tout problèmes de confidentialité. On peut ainsi estimer, à partir de la valeur locative cumulée de l'ensemble des locaux d'une ou plusieurs parcelles, une valeur foncière globale. On peut le faire, de façon peut-être plus réaliste, en se référant aux superficies des locaux et aux valeurs foncières associées dans une commune donnée. L'essentiel est de se donner des moyens de réaliser automatiquement toutes ces opérations fastidieuses.
En ce qui concerne les activités et services, les bases de données de la DGI sont moins intéressantes. Il vaut mieux utiliser celles de l'INSEE qui permettent en principe[1] d'apprécier le type d'activité de chaque établissement, et de le

[1] En fait, les données de l'INSEE ne sont référencées géographiquement que par îlots et pas à la parcelle. De plus, l'INSEE ne fournit pas la référenciation géographique des îlots. Il faut donc développer un système particulier de repérage. Enfin, l'INSEE procède par échantillonnage, ce qui signifie que beaucoup d'établissements ne sont pas renseignés.

Tableau 11.2 Règles relatives à l'évaluation de la vulnérabilité structurelle

	Indice	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	Cas 6
Année de construction							
1950 à aujourd'hui	2			2	2	2	2
Avant 1950	4	4	4				
Matériaux des gros murs							
Pierre	2	2		2			
Béton	2						
Meulière	1		1				
Briques	1				1		
Aggloméré	1					1	
Bois	0						
Autre	0						0
État d'entretien							
Bon	1	1	1	1	1		
Assez bon	1						
Passable	0					0	
Médiocre	0						0
Mauvais	0			0			
Somme des indices : S — 2		*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*0*
Les valeurs possibles pour cette somme sont les valeurs entières de 0 à 5. La vulnérabilité des locaux concernés est inversement proportionnelle à ces valeurs. On propose de l'exprimer en valeurs relatives par :							
$\mathbf{V_s}$		*0,5*	*0,6*	*0,7*	*0,8*	*0,9*	*1*
Vulnérabilité		*très faible*	*faible*	*moyenne*	*forte*	*très forte*	*totale*

Tableau 11.3 Taux d'endommagement retenus

	$\mathbf{V_s}$					
$\mathbf{I_{gv}}$ de la parcelle	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1**
1	20	25	30	35	40	45
2	40	45	50	55	60	70
3	60	65	70	75	80	85
4	80	85	90	95	100	100
5	100	100	100	100	100	100

positionner dans des classes de production et d'emploi.
Enfin l'estimation économique des préjudices corporels pose de nombreuses questions. On propose de se référer à des données fournies par les compagnies d'assurances.

11.4 Le logiciel EVARISK

Le logiciel EVARISK a été conçu et développé par GIPEA pour faciliter l'accomplissement des diverses tâches évoquées ci-dessus. Il est interfaçable avec les autres modules de la gamme GIPEA (3D.PENT, 3D.BLOC, EVINOND...) déjà cités. Mais il est également et surtout compatible avec les divers formats des systèmes d'information géographique commerciaux classiques.

11.4.1 Les données d'entrée

Pour lancer le système, on prépare un fichier X, Y, hauteur, vitesse, durée sur l'ensemble du territoire concerné, avec les logiciels cités précédemment où leurs équivalents et sous quelque forme de SIG que ce soit. On charge ensuite le fichier des parcelles cadastrales et la base de données associée au format fourni par la DGI et le fichier SIRENE de l'INSEE (figure **11.6 p. 113**).
Le système dénombre alors les parcelles touchées et les localise sur un écran cartographique accessible par un bouton sur l'écran de contrôle.

11.4.2 Les paramètres ajustables

Un autre bouton permet d'accéder au paramétrage d'un certain nombre de valeurs au gré de l'utilisateur (figure **11.7 p. 113**).

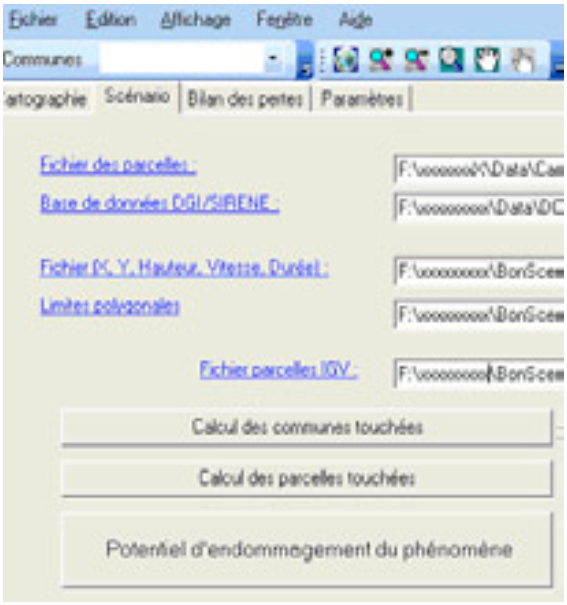

Fichier Edition Affichage Fenêtre Aide
Communes
artographie Scénario Bilan des pertes Paramètres
Fichier des parcelles :
Base de données DGI/SIRENE :
Fichier IX, Y, Hauteur, Vitesse, Durée) :
Limites polygonales
Fichier parcelles IGV :
Calcul des communes touchées
Calcul des parcelles touchées
Potentiel d'endommagement du phénomène

Fig. 11.6 L'écran d'entrée dans EVINOND

11.4.3 Les écrans de résultats

Ils apparaissent sur la figure **11.8** et permettent de visualiser le bilan des pertes structurelles et fonctionnelles simulées.

11.5 La méthode suisse d'évaluation de l'efficacité des parades

11.5.1 Le principe de la méthode

Le principe de la méthode est d'évaluer un coût « annuel » du risque en partant de l'évaluation globale des pertes potentielles et en multipliant le montant correspondant par l'espérance de voir se réaliser l'évènement attendu dans un délai donné. Ainsi si l'on estime que l'évènement devrait se produire dans les cinq ans à venir et que les pertes attendues sont de 100, on estime le risque annuel à 20 !

Les choses ne sont jamais aussi simples car toute une série de facteurs peuvent compliquer le jeu. Ainsi, par exemple, si l'on craint un évènement pouvant se manifester en plusieurs phases successives, chacune assorti d'un délai d'occurrence donné, on devra opérer des combinaisons sur les estimations. On est ainsi amenés à réfléchir sur une arborescence d'évènements.

11.5.2 L'arbre des évènements

Cet exemple est tiré du cas de Séchilienne où les experts envisagent quatre scénarios principaux de gravité croissante, mais avec des « espérances » de manifestation très différentes : si le premier peut être attendu dans les cinq ans, le second n'a qu'une « chance » sur dix de se produire la même année, et la même règle est retenue successivement pour le troisième et le quatrième (figure **11.9 p. 114**).

Paramétrage des divers facteurs pris en compte dans
Valeur C : nombre potentiel d'habitants par chambre
Valeur K : valeur vénale / valeur locative
Valeur CAE : volume d'affaires par employé
Paramètres applicables à l'évaluation des préju
Taux de létalité :
Taux de préjudices mineurs :
Valeur pour une vie :
Préjudice mineur :
Paramètres applicables à l'évaluation des préjudi
Nombre de jours d'évacuation :
Coût journalier évacuation :
Coût journalier chômage :

Fig. 11.7 Le réglage des paramètres dans EVINOND

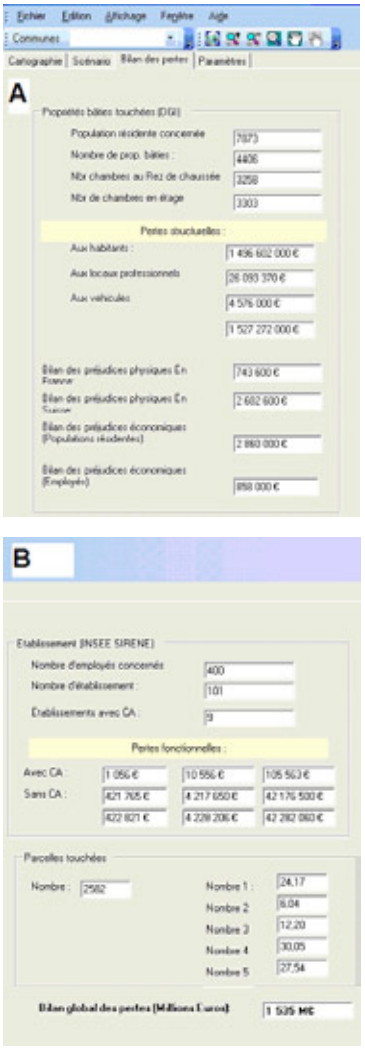


Fig. 11.8 Le bilan des pertes structurelles et préjudices associés pour les propriétés bâties (A) et pour les établissements industriels et commerciaux (B)

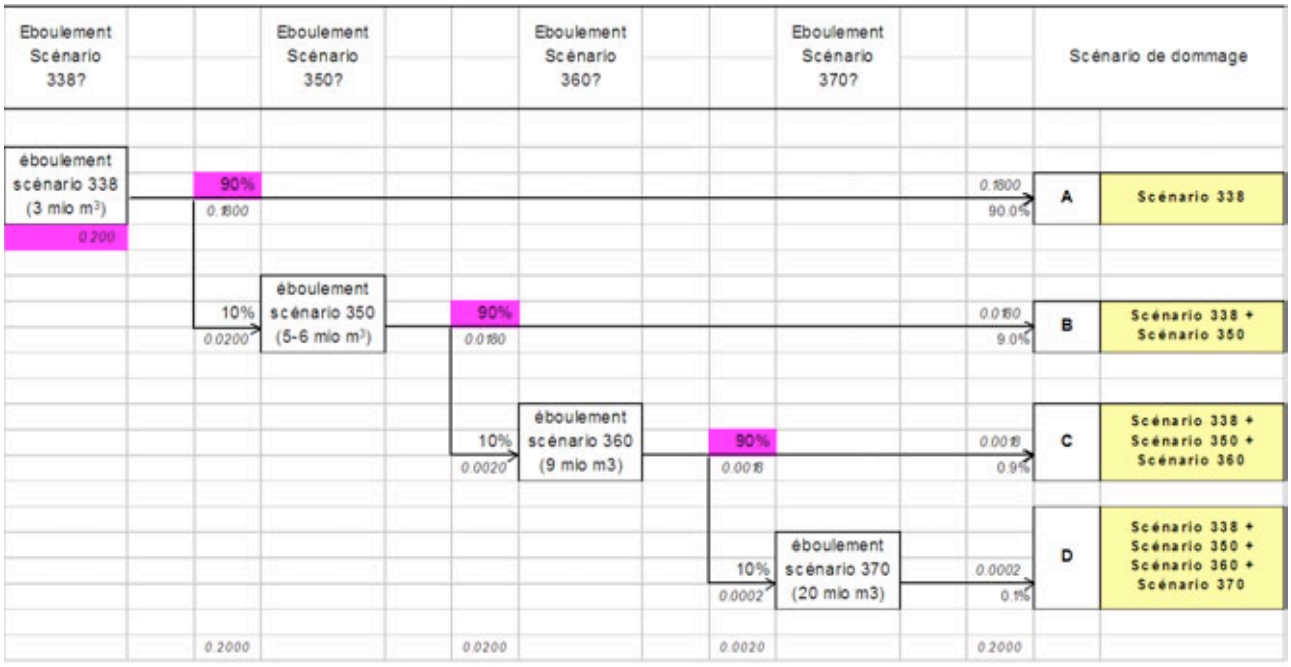


Fig. 11.9 Exemple d'arbre d'évènements (scénarios d'éboulements sur Séchilienne)

11.5.3 Le risque annuel à prendre en compte

Si le bilan prévisionnel des pertes (risque) est respectivement de $P1$, $P2$, $P3$, $P4$ pour les quatre scénarios envisagés, le « risque » annuel à retenir sera ainsi de :

$$R_a = 0{,}18 \times P1 + 0{,}018 \times P2 + 0{,}0018 \times P3 + 0{,}00018 \times P4$$

et la part de ce « risque » relative à chaque catégorie de pertes (structurelles, fonctionnelles, personnelles) peut être évaluée.

EVARISK permet de refaire aisément cette évaluation :

- pour chaque scénario, et, à l'intérieur de chacun, pour les diverses conditions propres à chaque hypothèse (voir en 5.1 **p. 115**) ;
- pour les hypothèses de réduction propres à chacune des parades envisagées. On obtient alors le risque résiduel correspondant, et on peut évaluer la réduction de risque générée par la parade :

$$\Delta R = R_{\text{avant}} - R_{\text{après}}$$

11.5.4 Le coût des parades

Les coûts $K_{(P_i)}$ des diverses parades (P_i), ont été estimés par le maître d'ouvrage. Ces investissements se font en une fois (à quelques adaptation de programme près, mais qui ne sont pas prises en compte ici pour les grands travaux de longue durée), au début des travaux.
La méthode suisse préconise de transformer les coûts d'investissement K, en coûts annuels K_a, comme suit :

$$K_a = K_{ba} + K_u + K_r + (K - L_n)/n + (K + L_n) \times p/2 \times 100$$

K_a	*Coûts annuels*	€/ans
K_{ba}	*frais d'exploitation*	€/ans
K_u	*coûts d'entretien annuels, en % de K*	€/ans
K_r	*coûts de réparation annuels, en % de K par an*	€/ans
K	*coûts d'investissements*	€
L_n	*valeur résiduelle après la durée de fonctionnement*	€
N	*durée de fonctionnement, en années*	ans
P	*taux d'intérêt = 3 %*	%

On a donc évalué pour chaque scénario un « risque » ou « estimateur économique du montant des pertes prévisibles », R_0. Après la réalisation des mesures techniques, il faut déterminer le risque résiduel R_r. La différence correspond à la réduction du risque R_v, qui correspond à la prestation de protection.

11.5.5 L'efficacité des parades

La rentabilité ou l'efficacité de l'investissement est alors exprimée par :

$$E = \Delta R / K_a$$

La procédure, dans son ensemble, doit être adaptée, année après année, en fonction de l'évolution de la situation, avec révision éventuelle des divers paramètres pris en compte,

aussi bien en matière de valeur des éléments exposés que de « probabilité » des évènements pressentis. C'est l'un des avantages du système EVARISK que de permettre aisément cette révision pour accompagner la prise de décisions importantes.

11.6 Application au cas de Séchilienne

L'ensemble des méthodes et outils présenté ici a été utilisé particulièrement en 2004 pour le compte de la Direction Départementale de l'Équipement de l'Isère et sous contrôle de l'Inspection Générale du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable pour l'étude économique des risques résultant de l'éboulement de Séchilienne et des mesures de réduction de ces risques.
On ne présente pas ici les résultats détaillés de cette étude puisqu'ils ne sont pas encore rendus publics, mais on rappelle brièvement le cadre de la réflexion.

11.6.1 Les hypothèses sur les conditions de manifestation du phénomène

L'éboulement de Séchilienne a été identifié depuis plusieurs dizaines d'années et il est sous surveillance permanente par les services techniques de l'Équipement. Un comité d'experts a défini un certain nombre de scénarios ou combinaisons de scénarios d'évolution de cet éboulement, avec, chaque fois, pour conséquence, un barrage plus ou moins important de la vallée de la Romanche, une accumulation d'eau derrière ce barrage et la libération d'une onde de submersion lors de sa rupture. Quatre hypothèses de gravité croissante (volume), mais correspondant à des termes d'occurrence de plus en plus lointains ont ainsi été formulées.
Les simulations hydrauliques correspondantes ont été établies par SOGREAH et elles ont été prises comme hypothèses pour l'application de EVARISK.
Mais, pour chacune de ces hypothèses, un certain nombre de conditions complémentaires doivent être prises en compte, portant notamment sur les coupures de trafic routier, le débit de la Romanche au moment de l'évènement, la formation ou non d'un lac plus ou moins important à l'amont du barrage, ou encore l'importance et la durée des évacuations préventives.

EVARISK a permis de dresser le bilan des pertes potentielles pour chaque hypothèse.

11.6.2 L'éventail des parades envisagées

Les experts et les services de l'Équipement ont étudié l'ensemble des parades possibles qui se répartissent en trois catégories principales :

- ouvrages d'écrêtage de l'onde de submersion (pour l'hypothèse de rupture la moins grave et la plus vraisemblable),
- déviations routières (plus ou moins importantes),
- galeries hydrauliques (pour diverses capacités d'évacuation des eaux amont).

Ils ont évalué les coûts, modalités et délais de réalisation de ces parades. Cela conduit à nouveau à une série d'hypothèses plus ou moins complexes, dépendant des caractéristiques des solutions proposées, de leur terme et de leur rythme de mise en œuvre, de leurs possibles combinaisons. L'ensemble a été pris en compte dans une arborescence d'évènements qui permet de distinguer finalement une centaine de cas.
La méthodologie utilisée en Suisse propose quelques règles d'évaluation de l'amortissement annuel de ces coûts. On l'a utilisée pour calculer dans chaque cas le ratio « coût annuel de la parade/réduction de pertes annuelles »
On dispose ainsi finalement non seulement de toutes les évaluations détaillées des pertes potentielles pour chaque scénario, mais aussi d'un classement très intéressant des diverses solutions en termes d'efficacité.

11.7 Bilan et perspectives

On a essayé de montrer ci-dessus un certain nombre de progrès possibles en matière de prévention des risques. On souhaite pour terminer remettre en ordre et en perspective les principaux points autour desquels ces progrès pourraient se concrétiser.

11.8 Les processus d'élaboration et d'expression des PPR

On a investi depuis plus de 20 ans, en France comme dans le monde beaucoup d'efforts et d'argent dans l'élaboration de plans de prévention des risques. On continue de le faire sur la base de spécifications imprécises et qui génèrent trop de subjectivité et de confusion dans l'expression de ce qu'il est convenu d'appeler l'aléa. On pourrait accéder à plus de rigueur en s'efforçant de recueillir, de valider et de structurer les données indispensables[1] (topographiques, géologiques, hydrauliques, historiques) pour les mettre à disposition des spécialistes. Ceux-ci pourraient alors consacrer plus d'efforts à l'exploitation de leur expérience pour l'établissement de diagnostics et pronostics.
De plus, dans le processus d'information puis de négociation avec les collectivités concernées, on arriverait ainsi à beaucoup plus de clarté dans l'expression des arguments qui permettent de définir, d'expliciter et de communiquer aux populations pour qu'elles se l'approprient, la connaissance de l'aléa, l'identification des éléments exposés et de leur vulnérabilité, et donc du risque.

1 À condition toutefois de contrôler les positions abusives en matière de prix et de droits d'utilisation de certains fournisseurs ou gestionnaires de données !

11.9 L'évaluation économique précises des pertes encourues

On a vu aussi comment on pouvait ouvrir des voies pour une analyse économique détaillée des pertes potentielles sur un territoire donné, sous réserve, là encore, que l'on dispose de données structurées sur les éléments en jeu.
Le cadastre et les bases de données littérales associées sont, de ce point de vue, d'un intérêt essentiel, même s'ils demeurent difficiles d'accès et s'il faut veiller, dans leur utilisation, à ne pas enfreindre les lois relatives à la propriété privée. Il serait du plus haut intérêt qu'une collaboration interministérielle permette, à un terme aussi court que possible, de libérer et de simplifier l'accès à un certain nombre de données essentielles.
De la même façon, dans le cadre des travaux de l'INSEE, il serait fort utile de recueillir spécifiquement un certain nombre de données intéressantes pour l'évaluation des pertes générées par des phénomènes naturels dangereux.
Les méthodes présentées revêtent un intérêt particulier pour les cas majeurs tels que celui de Séchilienne, mais elles peuvent très bien être mises en œuvre sur des cas locaux, ou encore à l'échelon communal des PPR, en permettant notamment un certain nombre de choix de priorités que l'on n'a pratiquement aucun moyen de faire aujourd'hui.

11.10 Les possibles améliorations en termes de répartition des risques (développement territorial et assurances)

La répartition des risques est un élément essentiel de la politique de prévention. C'est un des principes de base de l'action des assureurs. On vient de voir que les méthodes évoquées permettent de se donner des nouvelles clés pour estimer la relativité des diverses situations d'exposition aux risques.
On n'utilise guère jusqu'à aujourd'hui que des approches macro-économiques des risques, et singulièrement des risques dits naturels. Les méthodes proposées permettent beaucoup plus de finesse et la mise en œuvre d'estimations micro-économiques locales beaucoup plus pertinentes pour optimiser une stratégie de répartition. Elles le sont aussi pour l'optimisation du développement territorial.
C'est dans le cas particulier des inondations que l'on estime pouvoir obtenir les résultats les plus probants à court terme, notamment parce que les phénomènes sont relativement faciles à caractériser et que, par ailleurs, on commence à disposer d'une large expérience sur les modes d'endommagement, de dysfonctionnement et de préjudice.

11.11 Les résultats envisageables pour des programmes de consolidation de l'expérience internationale et des acquis de diverses équipes

Enfin, il est très encourageant de constater que le travail présenté sur Séchilienne résulte de la coordination des efforts de deux instances privées de nationalités différentes et qui, de surcroît, sont des P.M.E. On espère pouvoir trouver un soutien à la consolidation des diverses méthodes présentées ci-dessus. Il reste suffisamment à faire pour que de nombreux acteurs scientifiques, techniques, administratifs, mais aussi politiques concourent à cette consolidation.

11.12 Bibliographie

WILHELM C. (1999) — Kosten-Wirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrsachsen — Praxishilfe. OFEFP, Schriftenreihe Umwelt. Bern, 1999.

ASTÉ J. P., BADJI N., HAJJI H., HACID S. (2002) — Nouvelles perspectives pour la gestion du sol, du sous sol et des risques en site urbain — Journées Nationales de Géologie Géotechnique, Nancy.

ASTÉ J. P. (2001) — Géomatique et gestion des risques urbains — *in* « Gestion spatiale des risques », Série « Information Géographique et Aménagement du Territoire », Éditions Hermès.

Remerciements

L'auteur remercie particulièrement son partenaire suisse, André Burkard du bureau « Wasser, Schnee, Lawinen » qui lui a permis de se familiariser avec la méthode suisse évoquée sommairement ici.

Partie 5

Prise en compte et réduction de la vulnérabilité

12 Réduire la vulnérabilité des bâtiments en zone inondable

Jean-Luc Salagnac* et Bruno Bessis**
**Centre scientifique et technique du bâtiment 4 avenue du Recteur-Poincaré, 75782 Paris CEDEX 16*
salagnac@cstb.fr ***Direction générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction Bureau QC, 2 Arche de la Défense, 92055 La Défense CEDEX 4*
bruno.bessis@equipement.gouv.fr

Résumé. — L'inondation est un risque naturel qui concerne un grand nombre de communes et touche annuellement plusieurs milliers de sinistrés. Nous nous attachons à définir de manière méthodique des mesures de réduction de la vulnérabilité des bâtiments existants, quelle que soit leur destination : logement, industriel, tertiaire, scolaire, ... Ces mesures ont pour objectif de limiter : i– les risques pour les personnes, ii– les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état, iii– le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes.
La définition et l'évaluation de ces mesures se heurtent au manque de retours d'expérience organisés vers ces objectifs. Une meilleure connaissance du comportement des matériaux et ouvrages aiderait aussi à prescrire des mesures pertinentes. Un guide à destination des sinistrés potentiels sera issu en 2005 de cette réflexion.
Mots-clés. — vulnérabilité, inondation, bâtiments existants.

Title. — *Reducing vulnerability of buildings in flood-prone areas*
Abstract. — About one third of the French towns are concerned by flood risk. We focus our work on a methodical definition of prevention and protection measures in order to reduce the vulnerability of buildings (dwellings, industrial, offices, schools, ...).
The objectives of these measures are to limit : i– risks for occupants, ii– damages to buildings in order to minimise repair works, iii– the delay before reoccupation under satisfactory sanitary conditions.
The definition and the evaluation of these measures are made difficult because of the insufficient return of experience and the lack of knowledge concerning the behaviour of flooded materials and building parts. Improvements in these two directions will help in the future. A guide is planed in 2005 to be distributed to potential flood victims.
Key-words. — vulnerability, flood, existing buildings.

12.1 Introduction

Parmi les risques naturels susceptibles d'affecter le territoire français, l'inondation concerne, en partie ou en totalité, une commune sur trois environ. Les zones sensibles sont cartographiées. Les risques d'inondation représentent environ 80 % du coût des dommages imputables aux catastrophes naturelles (MELT, MELAT, 1999). Le nombre de personnes concernées annuellement est estimé à 80 000.
Les bâtiments concernés sont des constructions existantes dont les choix de la localisation et de parti constructif n'ont pas toujours anticipé l'occurrence d'inondation.
« En France, 80 % des permis de construire en zone inondable ont été délivrés durant ces quarante dernières années. On estime que deux millions de personnes vivent aujourd'hui dans ces zones, qui représentent une superficie de 22 000 km^2 réparties sur 8 500 communes. » (Renaud Vié Le Sage, 1993).
Par ailleurs, des bâtiments qui n'ont jamais connu d'inondation peuvent se retrouver inondés du fait de modifications de l'écoulement des eaux induites par des travaux divers modifiant les régimes d'écoulement ou à l'occasion de précipitations exceptionnelles.
La question se pose alors de définir des mesures d'intervention sur ces bâtiments avec un triple objectif :
- limiter les risques pour les personnes,
- limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état,
- limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes.

La définition précise des interventions dépend de chaque cas. La situation du bâtiment, sa construction, l'aléa caractérisant l'inondation, le type d'activité effectuée dans ce bâtiment sont autant de paramètres à prendre en compte.

12.2 Objectifs des interventions

L'expérience montre que, dans les zones fréquemment inondées, certains sinistrés adoptent des comportements qui sont autant d'exemples d'aboutissement d'une démarche conduite par rapport à une vision personnelle des objectifs énoncés.
En un même lieu, les uns pourront choisir de limiter la pénétration de l'eau alors que d'autres auront opté pour la laisser entrer. Chacune de ces postures s'accompagne d'un

ensemble de dispositions relatives à l'occupation, au choix des matériaux, ... dans les zones concernées des bâtiments. Un déterminant essentiel est le niveau d'aléa à l'endroit où se trouve le bâtiment.
Le processus qui conduit à la mise en œuvre de ces mesures n'est pas formalisé. Même si des tendances peuvent être dégagées quant aux principes de protection retenus, il apparaît qu'il n'y a pas de « vérité » absolue.
Le tableau **12.1 p. 121** illustre ces principes d'actions en réponse aux trois objectifs énoncés.
Plusieurs documents sont d'ores et déjà disponibles qui listent les points sensibles des bâtiments et décrivent des interventions possibles. Ils sont généralement présentés sous la forme d'un écorché de bâtiment facilitant la visualisation des zones d'intervention. Ces documents constituent un premier niveau d'information mais pèchent en général par l'absence de hiérarchie permettant d'établir un plan raisonné de priorités et par le manque d'indication sur la coordination des interventions afin de tirer le meilleur parti des mesures mentionnées. Par ailleurs, au-delà de la description du principe de chaque type d'intervention, peu d'information est disponible sur leur portée et leurs limites.
Le présent article décrit une démarche qui a pour objectif de procurer aux sinistrés potentiels une méthode d'approche pour les aider à organiser un programme raisonné d'interventions. Il est proposé de construire ce plan à partir d'une « lecture » du bâtiment adaptée au type d'inondation.

12.3 Les situations d'aléa

L'aléa inondation est caractérisé par trois paramètres : hauteur, durée, vitesse.
La **hauteur d'eau** est celui, parmi ces trois paramètres, qui peut être évalué de la manière la plus fiable dans le cas d'inondation de plaine et de remontée de nappe. Les documents (PPR, Atlas des Zones Inondables) et repères de mémoire (histoire/mémoire locale, témoins de niveaux d'évènements antérieurs) s'y réfèrent explicitement. La précision de cette évaluation peut cependant être médiocre pour un bâtiment particulier.
La **durée d'immersion** peut également avoir été enregistrée mais ce n'est pas la règle. Ce paramètre joue un rôle essentiel dans le processus de dégradation des performances des matériaux et des ouvrages. Une des recommandations parfois formulée consiste à utiliser des « matériaux moins sensibles à l'eau ». Passée l'évidence du propos, le prescripteur soucieux d'appliquer cette recommandation ne dispose pas à ce jour en France de document présentant une liste de tels matériaux. Il y aurait nécessité à créer une base de connaissance en ce domaine afin de mieux anticiper les dégâts et asseoir les recommandations de réduction de vulnérabilité sur des bases rigoureuses.
La **vitesse du courant** peut résulter de spécificités très localisées au voisinage immédiat du bâtiment. Un fort courant peut être un facteur aggravant même pour un faible niveau et une faible durée. Un tel courant peut induire la destruction de certains ouvrages du fait de l'action dynamique de l'écoulement et/ou des chocs éventuels avec des objets lourds entraînés par le courant. La prédiction du comportement dépend de nombreux facteurs parmi lesquels les qualités mécaniques de l'ouvrage et la présence ou non d'ouvertures.
Rappelons par ailleurs que, même en l'absence de débit d'eau important, un mur maçonné de facture courante est fragilisé dès qu'il est soumis à une différence de hauteur de un mètre entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Cet élément est à retenir pour dimensionner les dispositifs destinés à empêcher l'eau de pénétrer dans les bâtiments. Une trop grande efficacité de ces dispositifs sur une hauteur importante créerait un risque important de ruine des bâtiments.
L'importance relative des ces trois paramètres en terme de cause prépondérante de dégât dépend du type d'inondation. Le classement proposé dans le tableau **12.2 p. 121** est établi du point de vue des impacts sur le bâtiment
Dans chacune de ces deux situations, le triple objectif assigné aux mesures de prévention se décline de manière différente, notamment du fait de la rapidité du phénomène. Le temps dont disposent les occupants pour intervenir conditionne en effet la nature et la portée de ces interventions comme présenté dans le tableau **12.3 p. 122**.
L'évaluation des trois paramètres (hauteur d'eau, durée d'immersion, vitesse du courant) est plus ou moins aisée. Il n'existe pas de carte ou de document qui fournit ces informations pour un bâtiment particulier. Il faut cependant s'efforcer d'approcher les valeurs de ces paramètres pour définir des mesures pertinentes de prévention.
À défaut de les évaluer précisément la démarche pourra consister à opérer par hypothèses d'aléa croissant en examinant, à l'aide des outils proposés, les implications, notamment financières, de la mise en œuvre des mesures préconisées.

12.4 Modes de pénétration de l'eau

12.4.1 Ouvrages en sous-sol

Même avant que l'eau n'affleure le sol, elle peut remplir les espaces en sous-sol par percolation à travers les parois enterrées notamment en cas de remontée de nappe.
Dès que l'eau affleure le sol, le phénomène précédent est complété par le déversement de l'eau par une ouverture/voie d'eau (soupirail, grille d'aération, ...).
L'occultation de ces voies d'eau (difficile à garantir sauf à disposer de dispositifs d'occultation parfaitement adaptés) et l'imperméabilisation des parois enterrées (difficile à réaliser pour un bâtiment existant) ne sont pas obligatoirement la panacée. Une étanchéité trop parfaite, aboutissant à ne pas avoir d'eau dans l'espace en sous-sol pourrait mettre en péril la stabilité du bâtiment du fait de la poussée hydrostatique sur les murs enterrés et de la poussée d'Archimède sur l'ensemble du bâtiment.

Tableau 12.1 Principes d'actions en réponse aux trois objectifs

Objectifs	Principes d'actions à examiner
Limiter les risques pour les personnes.	♦ Créer une zone refuge ♦ Faciliter l'évacuation des personnes ♦ Empêcher la flottaison ♦ ...
Limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état.	♦ Limiter la pénétration d'eau dans le logement ♦ Limiter la pénétration d'eau polluée ♦ Limiter la pénétration de fines ♦ ...
Limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes.	♦ Faciliter la remise en route des équipements ♦ Faciliter le nettoyage ♦ Faciliter le séchage ♦ ...

Tableau 12.2 Caractérisation de l'aléa en fonction du type d'inondation établie en fonction de son impact sur le bâtiment

Type d'inondation		Plaine	Remontée de nappe phréatique	Torrentielle	Ruissellement
Ordre d'importance des facteurs	**1**	Hauteur	Hauteur	Vitesse	Vitesse
	2	Durée	Durée	Hauteur	Hauteur
	3	Vitesse	Vitesse	Durée	Durée
		Situation I		Situation II	

La réponse à cette question passe par une étude au cas par cas. La géométrie des murs, leur composition, leur qualité mécanique entrent en ligne de compte dans cette appréciation.
Prévoir le remplissage de cet espace est une solution qui présente moins de risques du point de vue de la stabilité dans la mesure où l'équilibre des pressions de chaque côté du mur est assuré pendant toute la durée de l'inondation (attention toutefois au moment de l'évacuation de l'eau après inondation). La mise en œuvre d'une telle solution demande à être anticipée notamment par le choix de l'usage qui est affecté à cet espace et par le choix de matériaux minéraux qui seront peu dégradés par l'eau (béton brut, maçonnerie apparente, ...).

12.4.2 Ouvrages situés au-dessus du sol

Intuitivement, il existe des seuils de déclenchement de mesures de protection qui correspondent à l'apparition de voies d'eau au fur et à mesure que l'eau monte.
La démarche qui consisterait à vouloir rendre étanche les murs extérieurs et le plancher bas du bâtiment est vouée à l'échec pour plusieurs raisons. Premièrement, ces ouvrages sont conçus et réalisés suivant des règles définies pour limiter les risques de contact des ouvrages avec l'eau de pluie et l'eau de condensation et pour évacuer facilement cette eau le cas échéant (l'immersion n'est pas une situation prise en compte par ces règles). Deuxièmement, un bâtiment est ancré au sol et ne pourrait résister aux efforts dus à la poussée d'Archimède sans entraîner la ruine totale ou partielle des ouvrages. Enfin, les dimensions des murs maçonnés (technique largement dominante) ne permettent pas à ces ouvrages de résister à la pression hydrostatique.
Concernant ce dernier point, le seuil d'un mètre (différence de hauteur entre l'intérieur et l'extérieur) correspond à la zone de fragilité des murs maçonnés évoquée précédemment. La hauteur de un mètre a été retenue par le ministère de l'environnement et du développement durable comme cote de sécurité dans le cas d'utilisation de barrières anti-inondation.

12.4.3 Pénétration par les réseaux d'évacuation

Les eaux usées domestiques sont évacuées par des réseaux spécialisés vers l'extérieur où elles sont traitées.
Dès lors que ces installations de traitement, collectives ou individuelles, sont inondées, la pression de l'eau peut refouler les eaux usées vers le bâtiment. Ces effluents peuvent alors ressortir par les évacuations de tous les équipements sanitaires (douches, baignoires, cuvettes de WC, lavabo, évier, ...).
La mise en place d'un clapet anti-retour permet de limiter ces refoulements. L'adoption de cette mesure nécessite un examen du réseau et la connaissance de l'existence éventuelle de dispositifs déjà installés.

Tableau 12.3 Incidence des situations sur la nature et la portée des mesures de prévention

	Situation I	Situation II
Limiter les risques pour les personnes		La montée des eaux est généralement rapide ce qui plaide pour une bonne anticipation des mesures de prévention. L'arrivée généralement brutale de l'eau peut générer un choc initial destructeur(effet de vague) qui limite la portée de mesures de prévention. Par ailleurs, un fort courant peut provoquer des affouillements des fondations préjudiciables à la stabilité du bâtiment. Ces vulnérabilités particulières des bâtiments doivent être identifiées au cas par cas. Dans certaines situations extrêmes, l'abandon préalable du bâtiment peut être la solution la plus pertinente.
Limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état,	La montée des eaux s'effectue sur un ou plusieurs jours, permettant ainsi de réaliser sans précipitation la préservation des mobiliers et équipements ainsi qu'une éventuelle évacuation.	
Limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes.	La durée de certaines inondations (plusieurs semaines) peut dégrader des ouvrages de second œuvre dans des proportions qui atténuent fortement l'effet des mesures.	Privilégier les dispositions destinées à limiter les effets destructeurs liés au courant et compléter par des mesures adaptées de la situation I.

12.5 Les principes d'actions

Le déplacement du bâtiment étant une solution exclue compte tenu des modes de construction des bâtiments en France[1], le principe de protection repose sur trois types d'actions :

- organiser l'activité dans le bâtiment de manière à limiter la vulnérabilité des personnes, ouvrages, biens et équipements dans les parties situées en dessous du niveau d'eau correspondant à l'aléa de référence retenu,
- remplacer, là où il est possible de le faire, les matériaux sensibles à l'eau par d'autres qui le sont moins,
- limiter, autant que faire se peut, la pénétration de l'eau à l'intérieur du bâtiment sans mettre en péril sa structure.

La mise en œuvre de ces principes suppose une implication forte des sinistrés potentiels.

La méthode est guidée par la distinction introduite précédemment suivant que le bâtiment se trouve en « situation I » ou en « situation II ».

Cette distinction repose sur la différence des modes prédominants d'agression des ouvrages dans chacune des deux situations : hauteur (et durée) en situation I, vitesse en situation II. Afin de faciliter l'utilisation des grilles, supports de la méthode, nous avons adopté une présentation commune pour les deux situations.

Trois grilles sont proposées pour chacune des deux situations. Elles correspondent à chacune des trois questions exposées en introduction. Cette séparation en trois grilles est destinée à faire ressortir les mesures qui relèvent plus particulièrement du traitement de telle ou telle question. Le programme définitif d'intervention est à construire à partir des réponses issues de chacune des trois grilles. Chaque grille est composée de trois parties.

À gauche, une échelle de hauteur d'eau dont le niveau zéro est celui du plancher bas.

- en situation I, cette échelle de hauteur est l'échelle d'aléa ;
- en situation II, l'aléa devrait être fixé à partir d'une indication de vitesse. Or, il est assez illusoire de vouloir accéder à cette information au niveau d'un bâtiment particulier. Pour cette raison et afin de conserver la lisibilité de la présentation des mesures de prévention, nous avons conservé la même forme de grille qu'en situation I. L'échelle de hauteur permet alors de situer les interventions par rapport au bâtiment.

Au centre, des indications de mesures constructives classées par ordre décroissant de priorité de gauche à droite. Chaque intervention est accompagnée d'une indication sur sa portée et ses limites,

À droite, des mesures d'accompagnement des mesures constructives qui se déclinent en mesures lors de l'annonce de crue, pendant la crue et à la décrue.

L'utilisation de ces grilles découle de leur structure. Une fois repéré le niveau d'aléa sur l'échelle, les mesures préconisées sont celles situées en dessous de ce niveau. Chaque cas est particulier. La lecture de la grille ne donne pas directement le programme de travaux mais indique une hiérarchie de possibilités d'actions et les cohérences à assurer entre ces actions.

À titre d'exemple, le tableau **12.2 p. 121** présente la grille relative aux mesures destinées à limiter les risques pour les personnes en situation I.

12.6 Conclusion

L'élaboration de l'outil présenté répond à une réelle demande des sinistrés potentiels et des administrations en charge de la diffusion d'information relatives à la prévention des inondations. Sa diffusion devrait être accompagnée d'un dispositif de recueil des avis d'utilisateurs afin de l'améliorer. Une des attentes de ces retours concerne les domaines où des connaissances devraient être développées afin d'augmen-

1 Ce n'est pas le cas par exemple aux États-Unis où la légèreté des constructions en bois permet leur transport/démontage/surélévation.

ter la pertinence des mesures proposées. Ce guide viendra compléter un premier ouvrage consacré à la remise en état des bâtiments après inondation (DGUHC, 2002).

12.7 Bibliographie

MELT & MATE (ministère de l'équipement, des transports et du logement & ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement) (1999) — Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques d'inondation. Guide méthodologique — Éditions La Documentation Française, Paris, 124 p.

Renaud Vié Le Sage, Directeur du Commissariat aux Risques Majeurs de 1981 à 1987 au cours d'un entretien accordé en 1993 au magazine « 50 millions de consommateurs », propos cités dans le tome 1 du rapport de la Commission d'enquête parlementaire « Causes des inondations et les moyens d'y remédier — Les conséquences de la décentralisation, une application défaillante de la réglementation ». `www.assembleenationale.fr/rap-enq/r10-1641-1.asp`

D.G.U.H.C. (direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction) (2002) — Les outils : Inondations. Guide de remise en état des bâtiments. En particulier, ne pas créer de lieu de séjour de personnes vulnérables dans les espaces concernés par l'inondation de référence.

Remerciements

Cette réflexion est soutenue par la Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction.

Tableau 12.4 Mesures destinées à limiter les risques pour les personnes en situation I

H (cm)	Mesures constructives	Mesures lors de l'annonce de crue	Mesure à la décrue
> 100	Disposer d'une zone refuge (étage, combles, surélévation, dans un autre bâtiment non exposé)	Évacuer vers la zone refuge les personnes et les équipements nécessaires à l'attente des secours	
0 à 100	Créer, à 1 m environ au-dessus de la cote de référence, un anneau d'amarrage pour embarcation de secours Organiser l'activité des espaces[2]. Nota : ♦ Prévoir une procédure d'évacuation des personnes ♦ Planifier la répétition de cette procédure hors période de crue.	Anticiper la mise en œuvre : ♦ de l'organisation des espaces ♦ de la procédure d'évacuation des personnes Couper l'électricité et le gaz.	
< 0	Prévoir protection de l'accès à la cave	Protéger les accès à la cave	Ne retirer la protection d'accès que lorsque l'eau a été évacuée de la cave

13 Réflexion pour une réduction de la vulnérabilité face aux inondations L'exemple des basses plaines de l'Aude

Stéphanie Defossez
É.A. 3766 GESTER, Gestion des sociétés, des territoires et des risques, Université Paul-Valéry, Montpellier III BRED 203, Route de Mende, 34199 Montpellier, CEDEX 5
stephanie.defossez@univ-montp3.fr

Résumé. — Les sinistres récents sont venus rappeler l'enjeu important que représente le risque inondation en France et plus particulièrement dans les régions méditerranéennes. Ces espaces sont soumis à une augmentation du risque qui dépend à la fois d'un aléa très contraignant et d'une pression anthropique croissante. Pour pallier ces menaces, les services de l'État ont renforcé la mise en place des Plans de Prévention des Risques et de nombreuses initiatives apparaissent en matière de gestion des risques dont l'objectif est la réduction de la vulnérabilité, des dommages et des victimes dans les zones exposées au risque.
Quelles prescriptions inclure dans les Plans de Prévention des Risques (apparaissant comme seul outil de réglementation) de façon à réduire significativement la vulnérabilité en zone inondable ? La conciliation avec d'autres méthodes (adaptation au risque...) pourrait-elle pallier les lacunes actuelles ? Ces méthodes sont-elles applicables ? Peuvent-elles être respectées ? Quelles sont les conditions de leur efficacité ?
Mots-clés. — Méditerranée, inondation, mitigation, connaissance du risque, vulnérabilité.

Title. — *Reflection for a reduction of the vulnerability facing to floods. The Example of Aude's low plains (basses plaines de l'Aude)*
Abstract. — The recent disasters came to recall the important stake that the risk flooding represents in France and especially in Mediterranean regions. These spaces are submitted to an increasing risk that depends both on a very coercive hazard and an increasing human pressure. To palliate to these threats, the services of the state reinforced the setting up of the land use planning (Plans de Prevention des Risques) and numerous initiatives appear concerning management of the risks whose objective is the reduction of the vulnerability, the damages and victims in the zones exposed to the risk.
What prescriptions to include in the PPR (appearing like only tool of regulation) in order to reduce the vulnerability meaningfully to flood-prone zone ? The conciliation with other methods (adaptation to the risk...) could mitigate the current gaps ? Are these methods applicable ? They can be respected ? What are the conditions of their efficiency ?
Key-words. — Mediterranean basin, flood risk, mitigation, knowledge of the risk, vulnerability.

Cette dernière décennie a été marquée par la récurrence de phénomènes hydrologiques dommageables. L'Europe de l'Ouest et la France ont été à maintes reprises le théâtre d'inondations spectaculaires aux conséquences désastreuses. La façade méditerranéenne subit son lot de catastrophes : novembre 1999, septembre 2002, décembre 2003. Ces évènements touchant le sud de la France présentent des caractéristiques communes tant par la nature de l'aléa que par l'occupation des espaces à risque. L'aléa représente une spécificité du territoire méditerranéen, lié aux conditions météorologiques particulières. Plusieurs critères définissent cet aléa dont des fortes précipitations, des débits élevés et des hauteurs d'eau considérables[1].
Les dommages consécutifs à ce type d'inondation entraînent des coûts de reconstruction élevés et des victimes humaines sont à déplorer. Lors des inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans l'Aude et ses départements limitrophes, le montant global des dégâts s'est élevé à plus de 600 millions d'euros et 35 victimes ont été dénombrées (Vinet, 2003). L'alourdissement de ces conséquences dommageables est souvent attribué à l'anthropisation croissante des zones inondables.
En effet, les années 1980-1990 se sont révélées comme une période faste de l'urbanisation en France. Mais en de nombreux lieux et notamment en Méditerranée, cet essor urbain s'est effectué avec un choix de sites particuliers, à savoir les sites de vallée ou de plaine. L'implantation humaine a donc gagné les lits majeurs (pourtant connus par les Plans de Surfaces Submersibles) des cours d'eau soumis à des crues fréquentes mais bénéficiant d'une phase de repos hydrologique des crues de grande ampleur. En Languedoc-Roussillon, les inondations de Nîmes en 1988 sont intervenues après trente

1 Lézignan-Corbières (Aude) en 1999, les précipitations cumulées en 24 h ont atteint 551,2 mm.
Les débits moyens annuels du Rhône à Beaucaire d'environ 1 500 m^3/seconde ont dépassé les 11 000 m^3/seconde en décembre 2003.
À Moussoulens (Aude) en 1999, la lame d'eau a atteint 7,57 m dépassant aisément la côte d'alerte fixée à 2 m.

années d'absence de catastrophes. Dans les basses plaines de l'Aude, la dernière crue comparable à 1999 datait de 1940.

Mais ces zones subissant fréquemment des crues dites « classiques », les autorités publiques se devaient de protéger les lieux habités. La politique de gestion des risques était fondée principalement sur l'utilisation de mesures dites structurelles (digues, recalibrage...) dont les limites sont aujourd'hui connues pour les crues exceptionnelles. L'aménagement des cours d'eau et l'absence d'inondations catastrophiques ont fait émerger un sentiment de sécurité chez les populations et les décideurs. Ainsi les autorités locales — qui ont acquis une autonomie quant à la gestion de l'occupation du sol — ont multiplié les autorisations de constructions dont les demandes sont arrivées en masse, par des acquéreurs fonciers ou des particuliers plus soucieux des avantages financiers que des risques encourus. En conséquence, la rapidité de l'expansion urbaine et l'absence de prise en compte de la menace dans l'occupation du sol a donné lieu à une urbanisation non maîtrisée et surtout exposée au risque inondation.

Les basses plaines de l'Aude (figure **13.1 p. 128**) constituent un exemple probant de l'urbanisation anarchique en zones inondables où seules des mesures structurelles étaient proposées et utilisées pour se protéger du risque. Les politiques de prévention semblent s'orienter vers des mesures réglementaires et « psychosociales » notamment vers une acquisition d'une culture du risque par les populations. Pour illustrer ce propos, nous prendrons l'exemple de Cuxac-d'Aude, commune des basses plaines de l'Aude durement touchée par les inondations de novembre 1999. Nous avons sollicité les habitants afin qu'ils s'expriment sur leur relation avec le risque inondation par le biais de questionnaires[1] dont l'objectif réside dans l'évaluation de la perception et de la connaissance du risque et des réglementations par les habitants des zones inondables. Au total, nous avons recueilli 188 questionnaires d'habitants situés en zone inondable répartis également sur les différents quartiers de la commune et en majorité inondés (80 %) lors des évènements de novembre 1999.

13.1 Les basses plaines de l'Aude : une gestion du territoire inadaptée au risque

13.1.1 L'urbanisation au mépris du risque

Dans les années 1970, une déprise viticole dans les basses plaines de l'Aude entraîne une chute des prix des terrains, ce qui précipite l'urbanisation en offrant un large potentiel foncier. Parallèlement, l'évolution démographique affiche une croissance de la population de 20 à 70 % selon les communes de 1975 à 1999. Ces facteurs ont engendré une pression foncière dans un contexte immobilier favorable. Mais la majorité des parcelles offertes se situe en zone inondable, aussi l'arrivée massive de nouveaux occupants a-t-elle augmenté considérablement les enjeux et les vulnérabilités. Cette situation concerne de nombreuses communes des basses plaines de l'Aude dont Cuxac-d'Aude. Cette commune regroupant 4 272 (INSEE, 1999) habitants a vu son urbanisation décoller dans les années 1980 avec un accroissement des quartiers nord (les Garrigots, les Olivettes...). Mais la commune s'est construite et développée dans le lit majeur de l'Aude — identifié dès 1949 par le Plan de Surfaces Submersibles. Les inondations de novembre 1999 ont submergé quasi intégralement la commune notamment les quartiers nord construits quelques années plus tôt. Les dégâts furent lourds de conséquences totalisant cinq morts et trente millions d'euros de dommages.

Dans un tel contexte, on peut se demander quelles mesures de gestion du risque et de mitigation sont ou seront efficaces et appliquées dans les basses plaines de l'Aude ?

13.1.2 L'aménagement des cours d'eau comme politique de gestion du risque

Les inondations catastrophiques de 1930 et 1940 dans l'Aude avaient déjà soulevé le problème de la gestion du risque. Pour tenter d'y remédier, l'AIBPA[2] fut créée en 1945 avec pour objectif la défense immédiate et la prévention contre les inondations dans les basses plaines de l'Aude (le secteur comprend dix-sept communes). Son champ d'action s'est élargi, depuis la fin des années 1970, à la gestion de l'ensemble des processus relatifs à la protection des terres agricoles et des lieux habités. Cette association apparaît comme gestionnaire privilégié du risque inondation avec comme principales interventions, la mise en œuvre de méthodes structurelles. Des aménagements ont été réalisés comme des endiguements, d'autres travaux étaient programmés tels des aménagements hydrauliques, l'amélioration du ressuyage des terres ou la protection des lieux habités (l'endiguement de Cuxac-d'Aude), mais tous ces projets restent actuellement en attente[3] (figure **13.2 p. 129**). En effet, les limites de ces mesures structurelles sont apparues évidentes après des évènements catastrophiques. Si elles semblent efficaces pour des crues moyennes, elles peuvent être à l'origine de conséquences aggravantes lors de crues exceptionnelles notamment en cas de rupture d'ouvrage, comme ce fut le cas en 1999 dans l'Aude. Aussi, peu à peu, les gestionnaires du risque prennent conscience de l'intérêt de coupler ces mesures aux réglementations et autres méthodes de mitigation (Huet & Martin 2002).

1 Ces enquêtes sont intégrées à une recherche multi sites (l'Aude, l'Orge et la Semoy) coordonnée par le CNRS

2 Association Interdépartementale des Basses Plaines de l'Aude.

3 L'AIBPA a été remplacée au 1er janvier 2006 par le « syndicat du delta de l'Aude », 19 communes de l'Hérault et de l'Aude y adhèrent.

13.2 La connaissance du risque et des réglementations comme moyen de prévention ?

13.2.1 Facteurs de perception et d'évaluation du risque

La perception de l'aléa apparaît primordiale dans la conscience du risque, en effet l'évaluation à sa juste mesure de l'aléa favoriserait de meilleurs réflexes en cas d'inondation. D'une manière générale, les interrogés présentent une perception de l'aléa plutôt conforme aux vérités scientifiques. Mais il faut préciser que la description de l'aléa par la population de Cuxac-d'Aude caractérise en fait les inondations de 1999, dernière inondation de grande ampleur qui s'est produite dans les basses plaines de l'Aude. La perception et la connaissance du risque par les populations s'effectuent par rapport à un événement de référence très souvent l'événement de plus grande ampleur et récent. En novembre 1999, 80 % des interrogés ont subi l'inondation. Cet événement a ravivé les mémoires et les consciences quant à la nature du danger. La majeure partie des personnes interrogées (90 %) se sent concerné par le risque et l'estime comme assez et très important. Mais le vécu n'est pas le seul facteur dont dépend la prise en compte du risque par les populations.

L'hypothèse que la proximité du cours d'eau influe sur la conscience du risque est souvent avancée (Longuépée, 2003). Cette représentation est remise en cause par les résultats obtenus à Cuxac-d'Aude. En effet, quasiment 90 % des interrogés déclarent ne pas tenir compte de la proximité du cours d'eau dans leur choix d'installation dans la commune. Aussi s'il n'apparaît pas comme un critère positif, le cours d'eau n'est pas non plus considéré comme un facteur contraignant. Des facteurs plus fonctionnels comme le paysage, l'aspect financier ou la proximité des services de la ville déterminent le choix de l'installation. Il apparaît par conséquent essentiel que les acteurs intermédiaires de la vente, par exemple les notaires, effectuent un travail rigoureux d'information du risque. Encore faut-il que ces acteurs privilégient réellement l'information et non pas les retombées financières d'une installation. La nécessité de l'information préventive a été renforcée par la loi du 30 juillet 2003 avec des mesures comme la pose de repères de crues, l'organisation de réunions publiques ou l'obligation pour les professionnels de la vente (notaire) d'informer le citoyen sur sa situation en zone inondable... Cette notion d'information tend à se généraliser mais présente des lacunes quant aux décennies précédentes. À Cuxac-d'Aude, une personne sur trois ignorait le risque au moment de son installation dans la commune.

L'évaluation et la perception du risque impliquent également une représentation — à échelle globale — par les populations des méthodes de protection contre l'aléa et de réduction des enjeux et des vulnérabilités. La perception par les interrogés des mesures efficaces pour lutter contre les inondations porte encore sur la maîtrise de l'aléa. L'entretien des berges, des canaux et des digues (sans modifier le cours d'eau) apparaît comme une solution efficace pour plus de deux tiers des personnes sondées. S'ensuit la proposition des zones d'expansion des crues en gardant des terrains libres pour que l'eau s'y étale. Cette dernière solution fait le lien direct avec les actions sur les enjeux. En effet, garder ces terrains libres coïncide avec le fait de limiter les constructions dans les zones à risque. Aussi il semble prépondérant de réglementer et de réguler les constructions en agissant directement sur l'attribution des permis de construire par les autorités locales. Les futures installations sont réglementées par les Plans de Prévention des Risques mais il faut également agir sur l'existant. Sur ce dernier point les outils de réglementation restent largement lacunaires.

13.2.2 Quelle connaissance des outils de réglementation ?

Depuis 1995, les Plans de Prévention des Risques se sont imposés comme unique outil réglementaire de gestion du risque remplaçant tous ceux existants jusqu'alors (PSS, article R111-3, PER...) et ont été mis en place — non sans mal — suite aux événements catastrophiques de ces dernières années. La connaissance du risque et des réglementations représente un facteur essentiel dans la conscience et la culture du risque. Cette culture du risque sera favorable à la mise en place de mesures de protection individuelles ou collectives indispensables à la réduction des vulnérabilités. Pour activer ce processus, il semble primordial de développer l'information préventive confiée aux collectivités locales qui ont de plus en plus de responsabilités en la matière.

Dans les basses plaines de l'Aude, un quart des personnes interrogées déclare savoir qu'il existe des lois ou réglementations conçues spécialement pour protéger les biens et les personnes. Mais peu de personnes citent spontanément le PPR pourtant appliqué par anticipation depuis juin 2003 et donc soumis à enquête publique. Cependant l'outil réglementaire a une notoriété non négligeable à son évocation, 70 % déclarent connaître l'existence des PPR, mais seulement la moitié affirme savoir qu'il est appliqué dans la commune. Même si ces résultats paraissent positifs, il reste des efforts à fournir quant à l'information sur les réglementations. En effet, même si la notion de P.P.R. semble émerger dans les esprits, très peu d'interrogés sont capables d'évoquer les principes de cet outil de réglementation.

Pour aboutir à un niveau satisfaisant de connaissance et ainsi assurer la réduction de la vulnérabilité, il faut compter avec la concertation et l'implication de tous les acteurs du risque, à toutes les échelles. (Scarwell, Leclercq, 2004).

13.3 Les mesures de réduction de la vulnérabilité : la nécessité de concertation de tous les acteurs

13.3.1 Les méthodes individuelles

Les réponses individuelles au risque apparaissent de plus

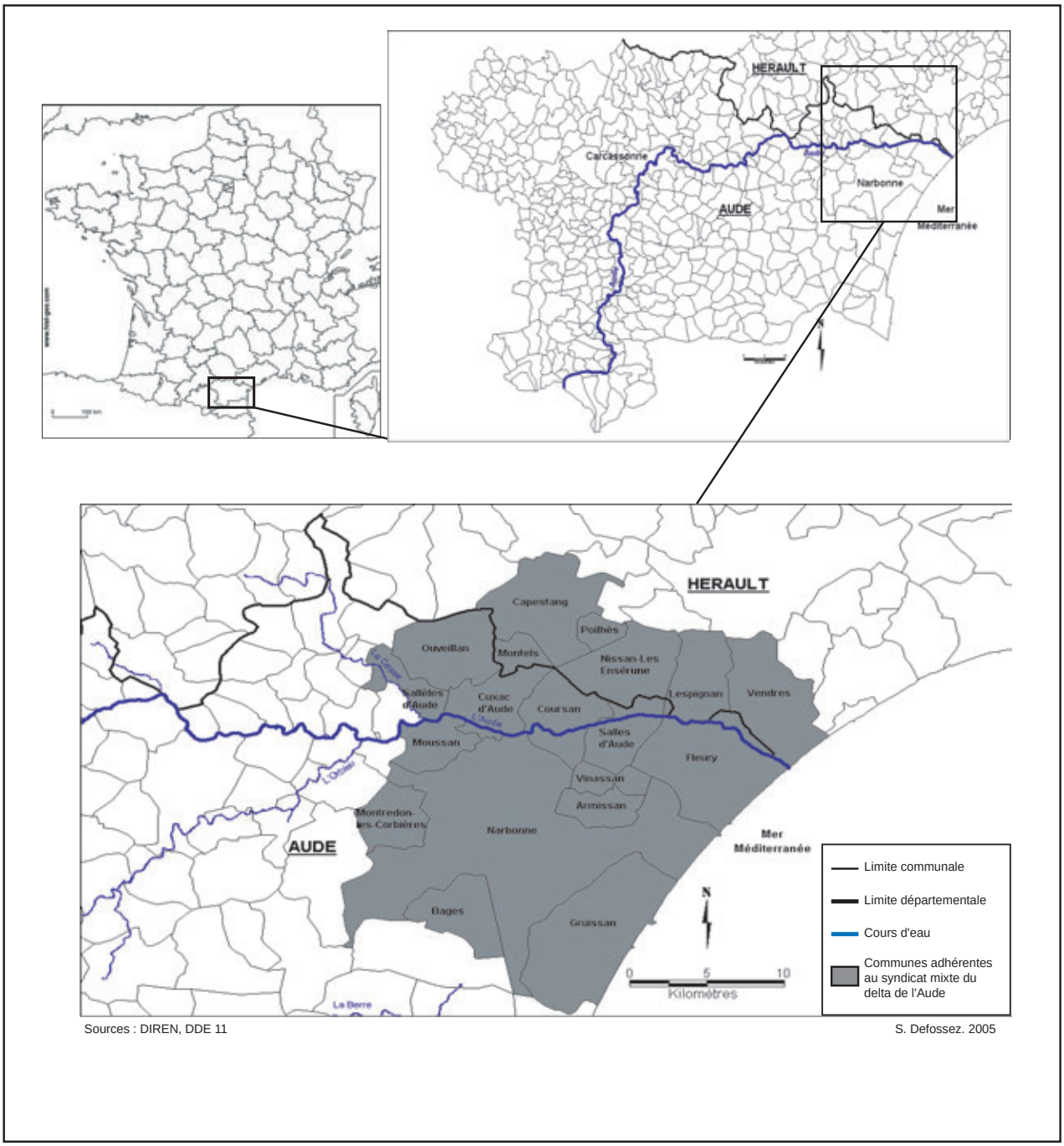
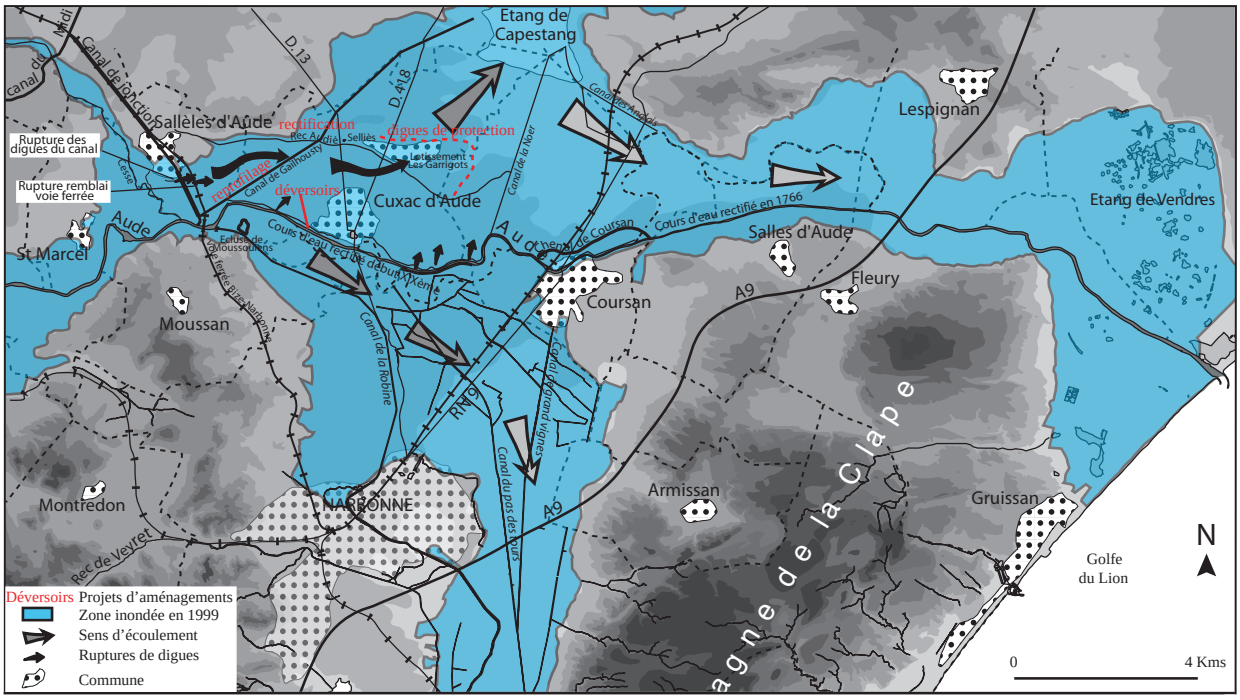


Fig. 13.1 Localisation du site d'étude

en plus fréquentes notamment après une catastrophe marquante ou dans les territoires présentant une culture du risque forte. L'objectif des pouvoirs publics est de généraliser ces mesures de protection qui peuvent se révéler d'une grande efficacité et qui tendraient à diminuer les vulnérabilités et les coûts des dommages. Agir sur l'existant en réduisant la vulnérabilité en ayant conscience du risque revient à s'adapter, à vivre avec le risque.

Dans la commune de Cuxac-d'Aude, la moitié des foyers sondés présentent des travaux de protection contre le risque. La majorité des travaux réalisés sont les vides sanitaires, la création d'étage refuge ou encore le rehaussement du plancher au-dessus des plus hautes eaux connues, ce qui nécessite une connaissance de base de l'aléa (figure **13.3 p. 130**). Les mesures sur le long terme prédominent et sont effectuées la plupart du temps au moment de la construction (60 %). S'ensuivent les mesures postérieures à une inondation telles l'acquisition de matériel de nettoyage ou de matériaux résistants à l'eau relevant plus de mesures temporaires post-catastrophe.

Ces mesures sont prises pour réduire les dommages en prévision d'une nouvelle inondation (50 %) et très peu pour



Extrait F. Vinet 2003, modifications S. Defossez, sce : AIBPA

Fig. 13.2 Les basses plaines de l'Aude : aléa et aménagement

répondre aux contraintes réglementaires, il s'agit surtout d'assurer sa protection individuelle et ainsi de diminuer les futurs dommages.

L'analyse des permis de construire confirme que le vécu de catastrophes fait émerger une recrudescence des mesures de protection individuelles. Les registres des permis de construire de Cuxac-d'Aude montrent une augmentation soudaine des demandes de surélévations ou de créations d'étage refuge après les inondations de novembre 1999. Ceci semble être la preuve d'une adaptation au risque, le phénomène ne s'étant pas étendu aux communes alentours moins touchées par les inondations de 1999.

Même si les mesures d'adaptation individuelles au risque semblent se généraliser, il apparaît primordial de développer la communication, l'information concernant des recommandations, voire des prescriptions obligatoires sur le type de mesures à prendre. En effet, de nombreux interrogés souhaiteraient être individuellement protégés mais ne sont pas informés sur la nature des travaux à réaliser. Dès lors ils apparaissent involontairement pénalisés. De plus, rappelons que ces zones ont été investies du fait des prix abordables des terrains. Le coût des travaux représente une contrainte de solvabilité à laquelle de nombreux occupants ne peuvent répondre.

13.3.2 Outils et acteurs d'aide à la décision

L'évolution des politiques de prévention amène de nouvelles méthodes dites « psychosociologiques ». Celles-ci préconisent l'acceptation et la conscience du risque pour aboutir, par exemple, à la mise en place de mesures d'adaptation et participer ainsi directement à la réduction de la vulnérabilité. Cependant, la volonté des habitants souhaitant effectuer des travaux se heurte à des difficultés liées à l'absence de recommandations dans le type de mesures à prendre ou à des problèmes d'ordre financier. Pour pallier ces lacunes, des organismes comme le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ou l'ANAH (Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat) proposent des conseils ou des aides financières afin d'assurer une diminution des dommages ou de compenser une indemnisation trop faible. Le CSTB présente des actions à caractère informatif. Cet organisme publie des guides de conseils aux sinistrés comme le « Guide de remise en état des bâtiments » ou le « Guide de réduction de la vulnérabilité face au risque ». L'objectif réside dans la proposition de mesures d'adaptation ou de réhabilitation des habitations sinistrées ou exposées aux inondations entrant dans le champ d'action du particulier.

L'ANAH apporte un soutien financier aux sinistrés. L'agence subventionne des travaux en mettant en place, lors de situations exceptionnelles (inondation), des Projets d'Intérêt Généraux dont les fonds sont destinés à améliorer la sécurité, la salubrité des bâtiments. Les subventions représentent habituellement 25 % du montant des travaux mais peuvent être majorées dans les situations de réhabilitation urgente. Dans l'Hérault, lors des inondations de septembre 2002, la prime accordée était d'environ 2 500 euros par habitation sinistrée. Cette aide intervient après l'indemnisation des assurances et doit être utilisée pour les travaux de rénovation. Des entretiens avec la population de Cuxac-d'Aude nous ont montré que cette aide avait été utilisée pour la création

d'espace refuge ; cependant, il n'y a aucun suivi pour évaluer l'utilisation de ces fonds. Un élément déclencheur peut donc faire émerger une meilleure protection contre le risque, d'autant plus que les conseils prodigués sur les mesures à prendre semblent accessibles aux particuliers. Construire un étage ou utiliser des matériaux résistants à l'eau est techniquement à la portée de tous. Le développement de ces méthodes individuelles représente un intérêt certain dans la réduction des vulnérabilités.

13.4 Conclusion

La situation des basses plaines de l'Aude et des basses plaines méditerranéennes en général montre la nécessité de la prise en compte du risque dans l'occupation du sol. En effet, l'urbanisation anarchique dans les lits majeurs, a fait augmenter les enjeux (nombre d'habitations) et les vulnérabilités (mode d'habitat non adapté au risque) et a par conséquent accentué les dommages lors des crues dites exceptionnelles. Des prescriptions obligatoires ou des recommandations semblent indispensables à la réduction des vulnérabilités. Il faut donc une éducation, une conscientisation du risque mais qui ne doit pas seulement intervenir au niveau des citoyens mais aussi des acteurs institutionnels responsables des mesures de prévention. L'accent devrait être mis sur la concertation entre les politiques, les citoyens et les organismes spécialistes des travaux d'adaptation. La culture et la conscientisation du risque par l'ensemble des acteurs du risque doivent participer à une réduction efficace de la vulnérabilité dans les zones inondables.

13.5 Références bibliographiques

BOURRELIER P. H., DENEUFBOURG G, DE VANSSAY B. (2000) — *Les catastrophes naturelles. Le grand cafouillage*. Éditions OEM Paris. 262 p.

COUSTEAU E. (2004) — *Perception du risque d'inondation par les habitants de Cuxac-d'Aude*. Mémoire de maîtrise, Université Paul-Valéry. Montpellier. 134 p.

HUET P. & MARTIN X. (2002) — *Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches du Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme* — Rapport de l'IGE 3 tomes.

LONGUÉPÉE J. (2003) — *Les dynamiques territoriales à l'épreuve des risques naturels. L'exemple du risque d'inondation en basse vallée de la Canche* — Thèse de doctorat en sciences économiques. Dunkerque. 414 p.

MEDD (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable) (2000). — *Les crues des 12, 13 et 14 novembre 1999 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales et du Tarn*. Sous la direction de Claude Lefrou, Rapport au Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 99 p. + annexes.

POTTIER N. (1998) — *L'utilisation des outils juridiques de prévention du risque d'inondation : évaluation des effets*

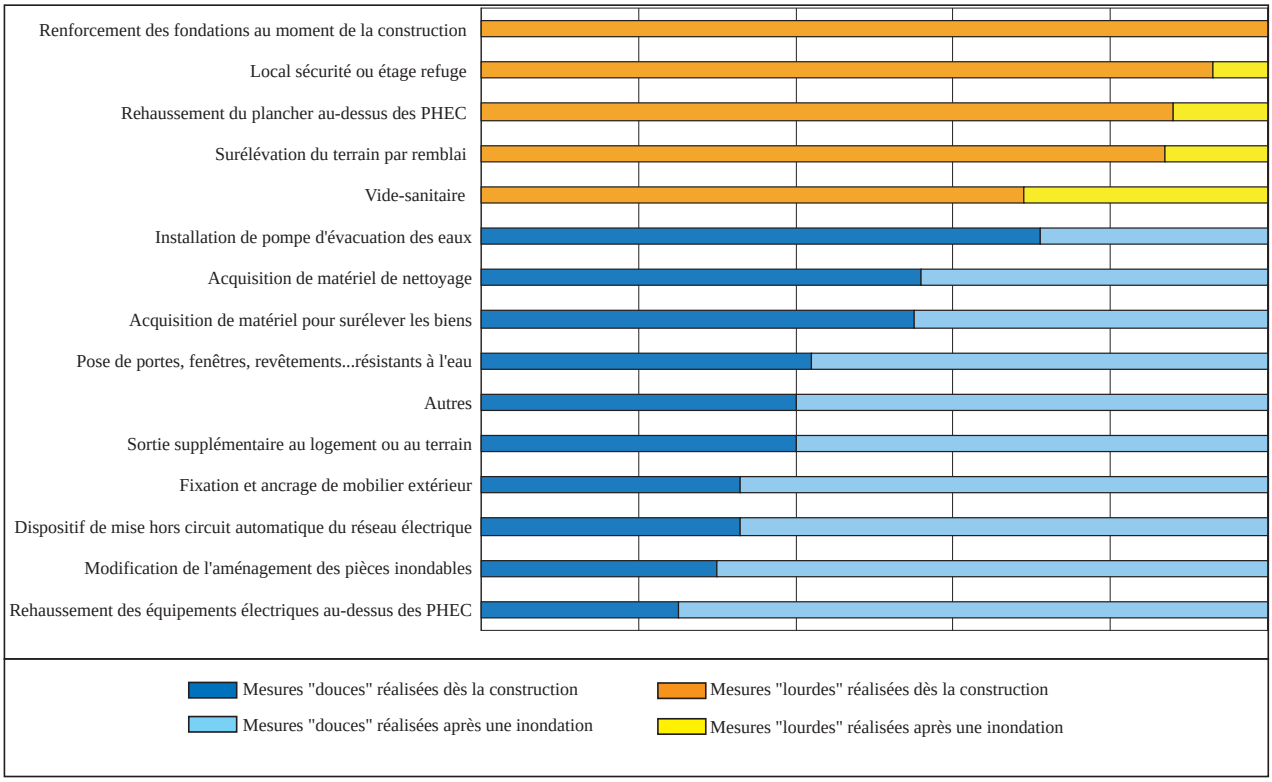

Renforcement des fondations au moment de la construction
Local sécurité ou étage refuge
Rehaussement du plancher au-dessus des PHEC
Surélévation du terrain par remblai
Vide-sanitaire
Installation de pompe d'évacuation des eaux
Acquisition de matériel de nettoyage
Acquisition de matériel pour surélever les biens
Pose de portes, fenêtres, revêtements...résistants à l'eau
Autres
Sortie supplémentaire au logement ou au terrain
Fixation et ancrage de mobilier extérieur
Dispositif de mise hors circuit automatique du réseau électrique
Modification de l'aménagement des pièces inondables
Rehaussement des équipements électriques au-dessus des PHEC
Mesures "douces" réalisées dès la construction
Mesures "lourdes" réalisées dès la construction
Mesures "douces" réalisées après une inondation
Mesures "lourdes" réalisées après une inondation

Fig. 13.3 Les mesures de protection individuelles

sur l'homme et l'occupation du sol dans les plaines alluviales (application à la Saône et à la Marne) — Thèse de doctorat de Sciences et Techniques de l'Environnement de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1 vol., 436 p. + annexes.

Pottier N., Hubert G., Reliant C. (2003). — *Quelle efficacité de la prévention réglementaire dans les zones inondables ?* — Annales des Ponts et Chaussées nº 105, pp. 14-23.

Rode S. (2001) — *Des inondations et des hommes. Représentation et gestion territoriale du risque d'inondation dans trois communes du Val de Loire* — 2001-14. Collection mémoires et documents de l'UMR PRODIG. Paris. 141 p.

Scarwell H.-J. & Leclerq E. (2004) — *De l'enquête au terrain : les représentations du risque d'inondation comme relation en tension* — in Contraintes environnementales et gouvernance des territoires. Éd. l'Aube Nord. pp. 426-434.

Vinet F. (2003). — *Crues et inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999 (Aude, Tarn, Pyrénées-Orientales et Hérault)*. Éditions du temps, Nantes, 224 p.

14 La réduction de la vulnérabilité de l'existant face aux menaces naturelles. Nécessaires synergies entre systèmes d'indemnisations et stratégies de mitigation

Roland Nussbaum* et Jérôme Chemitte**
**Président du groupe de travail Événements naturels du Comité européen des assurances (CEA) et directeur de la mission Risques naturels (MRN)*
roland.nussbaum@mrn.gpsa.fr
***Ingénieur d'études à la MRN et doctorant de l'École des mines de Paris, pôle cindyniques.*
jerome.chemitte@mrn.gpsa.fr

Résumé. — Dans les sociétés développées, le service d'assurance répond à une demande forte de protection des patrimoines et des activités contre les conséquences économiques des dommages causés par les catastrophes naturelles. Parmi les qualités d'éthique sociale appréciées dans ce service pour une gouvernance de la gestion des risques, figure sa vocation à stimuler l'assuré dans une prise d'initiatives de réduction de la vulnérabilité.
Les différents outils de métrologie des dommages sont d'abord présentés comme contribuant aussi bien à la maïeutique qu'à la décision d'agir. Puis il est proposé d'appréhender les différents modes de financement de ces dommages existants et d'intégrer les contraintes d'assurabilité, pour préciser les composantes nécessaires à ces synergies entre systèmes d'indemnisation et mitigation. Enfin quelques situations de partenariat public privé (PPP) sont illustrées dans quelques domaines d'application.
Mots-clés. — catastrophes naturelles, économie, financement, assurance, mitigation, partenariats public-privé.

Title. — *Natural hazards mitigation for existing dwellings and activities : the necessary combinations between insurance compensation systems and mitigation strategies*
Abstract. — In developed societies, insurance services respond to an intensive demand for protection of assets and activities against economic consequences of losses caused par natural catastrophes. Among social ethics' qualities appreciated for risk management governance from these services, is their ability to stimulate the insured, in mitigation initiative decision taking.
Various tools of damage metering are first presented, as contributing both to risk awareness raising and improvement of decision making. Then the different existing loss financing sources are identified and insurability constraints are integrated, in order to elaborate on the necessary components for synergistic effects between indemnification systems and mitigation. Some typical situations of public private partnerships (PPP) are finally illustrated.
Key-words. — natural catastrophes, economy, financing, insurance, mitigation, public private partnerships.

Ayant pour objectif d'apporter des réponses opérationnelles aux soucis de pérennité des acteurs économiques, le secteur de l'assurance partage avec les autres parties prenantes publiques et privées la préoccupation de réduction de la vulnérabilité de l'existant. À tous les niveaux d'agrégation géographique ou administrative, les systèmes d'indemnisation, lorsqu'ils existent, exercent des fonctions d'incitation économique et/ou contractuelle aux actions, individuelles et collectives, de mitigation.
La première partie introduit quelques outils de l'économie appliquée à la mesure des dommages causés par les catastrophes naturelles. Puis, de brefs panoramas des outils de financement des dommages et des systèmes d'indemnisation existants (§ 2), ainsi que des formes de partenariats public privé mobilisables (§ 3) sont dressés. L'article se termine par quelques pistes en faveur de synergies renforcées entre systèmes d'indemnisation et stratégies de mitigation.

14.1 Métrologie des dommages causés par les catastrophes naturelles

La question du « combien ça coûte ? » recouvre un aspect particulier de l'économie des catastrophes[1] qu'est leur **métrologie**. Si leur vocation utilitaire n'est plus à démontrer, on ne saurait trop insister sur le professionnalisme, que requiert la mise en œuvre de ces outils, auxquels on peut facilement faire dire n'importe quoi...
Pour la mesure du coût des dommages, deux approches se complètent :

– Au niveau microéconomique, les parties au contrat ont besoin d'**expertiser** les dommages causés aux personnes,

1 On se limite ici aux outils mis en œuvre *ex post* par rapport à la survenance de l'événement, mais la démonstration vaut aussi pour les outils de modélisation et de simulation, c'est-à-dire de quantification *ex ante*.

animaux, habitats, terroirs, objets ou activités sinistrés,
– Au niveau macroéconomique, il s'agit de **comptabiliser** les dommages cumulés pour un événement, un agrégat géographique (un bassin versant) ou temporel (les crues de l'année 1994) et une combinaison d'agrégats.

14.1.1 L'expertise des dommages

Il s'agit d'une opération d'autant plus codifiée, qu'elle se situe dans le cadre d'une prestation périphérique à l'application de contrats d'assurance, mise en œuvre soit par expertise contradictoire, entre l'expert mandaté par la société d'assurance et celui de l'assuré ou, le plus souvent, par expertise unique. En matière de dommages aux biens, par exemple, la mission de l'expert consiste à établir un « état de pertes[1] » pour l'instruction du dossier de sinistre, qui permettra le versement par l'assureur de l'indemnité d'assurance, sous déduction éventuelle d'une franchise, selon les garanties acquises. A contrario, pour les dommages non assurés, cette prestation fait le plus souvent défaut sur le fond ou sur la forme, ce qui peut entraîner certains biais, lorsqu'il s'agit de cumuler à l'échelle de l'événement des informations non normées[2]...

14.1.2 La comptabilité des catastrophes

Les principaux indicateurs sont les pertes humaines, les populations blessées ou déplacées, les dommages économiques, les dommages assurés et les pertes rapportées au PIB du pays.

Ce suivi du « quantum » de catastrophe commence dans l'accompagnement des besoins opérationnels de gestion de crise, se poursuit dans celui de la gestion de post crise et dans les éventuels retours d'expérience, pour s'achever dans une forme de consolidation, au niveau de bases de données régionales ou mondiales.

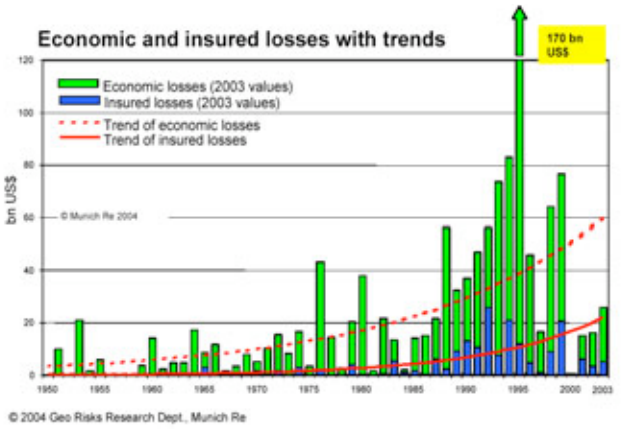

Economic and insured losses with trends
170 bn US$
Economic losses (2003 values)
Insured losses (2003 values)
Trend of economic losses
Trend of insured losses
bn US$
© Munich Re 2004
© 2004 Geo Risks Research Dept., Munich Re

Fig. 14.1 Évolution des dommages dus aux catastrophes naturelles dans le monde (1950-2003)

Au niveau mondial, avec des différences non négligeables de seuils d'intégration dans la base (en nombre de victimes et/ou montant des dommages) :

- la base de données EM-DAT du Centre de Recherches sur l'épidémiologie des Catastrophes (CRED) de l'Université Catholique de Louvain, Belgique, est accréditée par les Nations Unies[3] et la Croix Rouge internationale,
- les bases de données des réassureurs Munich Re (MRCat-Nat Service) et Suisse Re (SIGMA) disposent des séries historiques sur les dommages économiques totaux et dommages assurés de grands sinistres.

Synthétisant les données collationnées par la Munich Ré depuis un demi siècle, la figure **14.1 p. 134** retrace l'évolution, à l'échelle mondiale, du montant cumulé des dommages économiques totaux et des dommages assurés, causés par des catastrophes naturelles. L'écart entre les deux courbes traduit notamment le fait que dans un certain nombre de pays, l'assurance est encore insuffisamment développée.

Pour les seules inondations, rapportées à l'ensemble des catastrophes naturelles :

- la Munich Re a chiffré pour l'année 2002, que les pertes économiques représentaient 27 milliards de sur 55, soit 50 % et les dommages assurés 5 sur 13 milliards de $, soit 36 % ;
- EM-DAT a observé que, sur la période 1994-2003, les inondations représentent, en pourcentage rapporté à l'ensemble des catastrophes[4] :
  - En nombre : 32 % à l'échelle mondiale contre 40 % à l'échelle européenne,
  - En montant de pertes économiques enregistrées : 76 % à l'échelle européenne.

1 Plusieurs catégories de dommages sont distinguées :
- pertes matérielles directes sur :
  - contenant tel que : bâtiment (à usage d'habitation/industriel ou commercial), équipement collectif (établissement administratif, de secours, de soins, d'enseignement, lieu de culte, patrimoine architectural...), infrastructure (ex. ouvrage d'art, voirie), réseaux (eau, énergie, transport, télécommunications),
  - contenu tel que : équipement privé, centrale de génération/distribution d'utilités et réseaux, marchandises, objets d'art, patrimoine culturel, media, information, données,
  - récoltes ou bois sur pied,
- pertes indirectes (pertes de loyers, frais de relogement, etc.) ;
- pertes immatérielles (pertes pécuniaires, d'exploitation, etc.) ;
- pertes non consécutives.

exemples :
- *pertes matérielles : marchandises en chambre froide, suite à interruption d'alimentation en électricité,*
- *pertes immatérielles : chômage technique, suite à interruption de réseaux de transport (carence de fourniture amont).*

2 Un rapport intitulé : « Estimation des dégâts après grands événements » commandité par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, DPPR/SDPRM, EDATER, octobre 2001, avait pour objectif de « *fournir un cadre méthodologique et pratique pour améliorer le travail des missions de retour d'expérience après de grandes catastrophes, sur le thème du recensement et de l'évaluation des dommages subis par les biens privés et publics et par les activités économiques* ». Y apparaissent la confusion des pratiques visant à établir les demandes de financement public auprès des différents ministères, ainsi que les biais découlant de déclarations des parties directement intéressées (agriculteurs, sinistrés du commerce et de l'industrie).

3 Téléchargeables sur le site `www.unisdr.org`

4 Toutes origines confondues : hydrométéorologique, géologique, biologique et technologique.

À l'échelle française, à l'exception des quelques événements majeurs qui ont donné lieu à enquête spécifique[1] on ne dispose pas de données sur les montants de dommages par événement et a fortiori par commune impactée par un même événement. Cette situation peut handicaper les acteurs publics dans leur prise en considération de la dimension économique des dommages du récent passé pour la décision en faveur de stratégies de réduction de la vulnérabilité[2]. Partant de l'information sur le montant des dommages indemnisés, les pouvoirs publics français appliquent un facteur empirique de l'ordre de un pour un, pour obtenir un premier chiffrage pertes au patrimoine public à prendre en charge sur budget public[3]. Le ministère de l'écologie et du développement durable a toutefois mis en chantier un outil de gestion de données sur les événements d'origine naturelle[4] qui viendrait utilement compléter les fonctions de retour d'expérience sur le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, dévolues à la Caisse Centrale de Réassurance (CCR)[5].

La figure **14.2** montre la part annuelle dans les sinistres payés respectivement par chacun des deux régimes d'indemnisation :

- En bleu, le régime d'assurance de marché pour les garanties « TGN[6] »,
- En mauve, le régime d'assurance, avec intervention de l'État sur un certain nombre de paramètres essentiels, pour la garantie « CATNAT ».

Les dommages assurés au titre des inondations représentent un peu plus de la moitié du montant total des indemnités versées au titre de ce régime, suivis de peu par ceux liés aux effets des épisodes de sécheresses géotechniques.

1 Cf. tableau **p. 140**.

2 Ce n'est pas le moindre des paradoxes, alors que nous avons l'un des systèmes d'indemnisation des dommages parmi les plus anciens au monde. On relèvera toutefois le caractère un peu dérisoire que constitue cette information rétrospective sur une aussi courte période d'observation, pour des événements à temps de retour inversement proportionnel à la gravité...

3 Soit un facteur deux entre dommages assurés et dommages économiques, un excellent ratio !

4 Projet GEDEON, qui serait à l'information de retour d'expérience sur les catastrophes naturelles de toute nature — on en dénombrer environ 400 en moyenne par an en France métropolitaine et DOM — ce que le Bureau d'analyse des risques et des pollutions industrielles (BARPI) est aux risques industriels, avec une base de données à l'adresse `http://aria.environnement.gouv.fr/`

5 Site : `www.ccr.fr`

6 Tempête — grêle — neige.

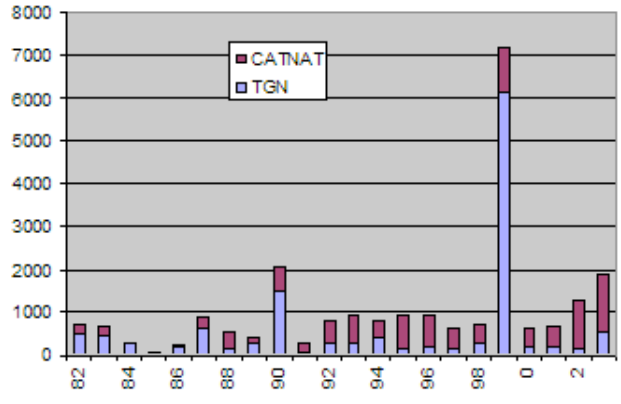


Fig. 14.2 Évolution des indemnités versées en France en millions d'Euros par régime d'indemnisation (CATNAT + T.G.N. : tempête, grêle, neige)

14.2 Financement des dommages causés par les catastrophes naturelles

En référence à la célèbre fable, des financements « cigale » peuvent être mobilisés après la catastrophe ou *ex post* avec les difficultés inhérentes à l'exercice, alors que les financements « fourmi » sont organisés par anticipation sur l'éventualité de catastrophe ou *ex ante*... Si la culture de prévoyance, qui a accompagné le développement économique de nos pays durant plus d'un siècle, a donné un avantage éthique aux seconds, de récents grands événements, au Nord comme au Sud, sembleraient laisser croire que le « financement cigale » se suffirait de relais médiatiques opportuns et d'ONG vecteurs pour transporter la générosité spontanée vers les sinistrés. Mais l'économie du développement n'a pas dit le fin mot de l'histoire...

Au titre des financements *ex post*, on inclut :

- des sources **publiques** telles que :
  - des ressources budgétaires exceptionnelles de l'État, levées par l'impôt ou par voie d'emprunts,
  - des financements internationaux, tels que les fonds structurels de l'Union européenne,
  - les prêts et cautionnements d'aide à la reconstruction aux États et collectivités, des institutions de financement international,
- des sources **privées** telles que :
  - toutes les formes de solidarités, que ce soit sous forme de dons ou d'aide en nature, mobilisés et mis en œuvre par les ONG, la Croix Rouge, etc.
  - les crédits bancaires, en dernier ressort...

Au titre des financements *ex ante*, on trouve également :

- des sources **publiques** :
  - État, telles que fonds d'indemnisation (en notant que le Fonds Barnier, s'il est éligible aux seuls assurés pour être financé par un prélèvement sur la surprime catnat, n'est pas un fonds d'indemnisation mais de subventionnement d'actions de prévention) ;
  - inter-États, tel que le fonds de solidarité de l'Union européenne, doté de 1 milliard d'euros par an pour la remise en état d'infrastructures de santé, éducation et de réseaux (dommages non assurables) ;
- des formes **privées** :
  - assurance et réassurance :
    * Marché : Allemagne, Autriche, Royaume-Uni ;
    * Pools de capacité et/ou de gestion de sinistre : Norvège ;
  - assurance et réassurance en partenariat public privé,

comme au Danemark, en Espagne, aux États-Unis, en France, en Nouvelle-Zélande (cf. § 3.2.2.) ;
- solutions de transfert alternatif de risques, par émission sur les marchés financiers, d'obligations catastrophes, peu développées.

La carte ci-après (figure **14.3**) fournit une indication de la densité de pénétration des extensions de couverture « catastrophes naturelles » par marché national en Europe, en distinguant les trois formes : extension de couverture facultative en bleu, obligatoire en vert, sans objet en hachuré (cas particulier des Pays Bas pour le risque d'inondation). Plus la couleur est intense, plus la pénétration de cette extension de couverture est élevée. On observe qu'à l'exception du Royaume-Uni, les marchés à extension de couverture facultative sont faiblement pénétrés par cette garantie, que les assurés n'achètent pas (phénomène d'antisélection).

Fig. 14.3 Diffusion de la couverture « catastrophes naturelles » dans les dispositifs d'assurance des pays européens

14.3 L'assurabilité et les nécessaires partenariats public/privé

14.3.1 Assurabilité et dommages inassurables

Il n'est pas simple, notamment en matière de dommages causés par des événements naturels, de définir une frontière entre assurable et non assurable. Deux prismes permettent cependant d'éclairer utilement la question :

- L'approche « technique », au sens de spécifique au métier de l'analyse des risques et de l'assurance, qui consiste à ne retenir comme assurables que les événements aléatoires, modélisables et dont le prix de la couverture reste abordable ;
- La considération du statut juridique des objets ou activités garantis. Ainsi les patrimoines publics sont le plus souvent exclus du champ de l'assurance (ouvrant d'ailleurs pour certaines infrastructures la possibilité, dans certaines conditions, à financement partiel des dépenses de remise en état, par le fonds de solidarité européen).

Que les dommages soient reconnus assurables ne veut pas dire qu'ils sont pour autant toujours :

- **assurés**, que ce soit pour des raisons volontaires (liberté contractuelle et consentement à payer une telle prestation de service, foi en les solidarités qui s'improvisent en cas de crise…) ou involontaires (insolvabilité du preneur ou manque d'information sur l'existence ou l'utilité du service, notamment en raison du flou sur le comportement éventuel des pouvoirs publics dans la compensation des dommages aux patrimoines privés en cas de grande catastrophe),
- ou **suffisamment assurés** (cas notamment de pertes indirectes telles que les frais de relogement, pertes de jouissance pour les particuliers et de pertes d'exploitation et dommages non consécutifs pour les entreprises).

Plusieurs critères sont nécessaires pour qualifier et « stratifier » l'assurabilité[1] :

- la nature des périls, selon le caractère spatialisé[2] ou non par exemple,
- la fréquence des aléas et donc l'amplitude des dommages, les aléas les plus fréquents n'étant pas ceux de bonne efficacité économique et sociale de l'assurance[3] ;
- la nature et le degré de vulnérabilité des enjeux, prenant en considération, le cas échéant, la conformité à des normes de construction, la qualité de la gestion des risques, ainsi que le degré de dépendance à des matières premières, énergies ou à des clients uniques en garantie des pertes d'exploitation et/ou carences amont/aval, pour les enjeux professionnels ;
- le degré de mutualisation des risques, en fonction des cumuls d'expositions pour un marché donné.

14.3.2 Les composantes du partenariat public privé (PPP)

Le partage d'expériences accumulées entre marchés européens permet de discerner trois composantes essentielles pour lesquelles doivent être établis, au cas par cas, les dosages et conditions optimales d'interventions respectives du public et du privé :

- **Politique** : ce sont les principes, objectifs et politiques de gestion économique, sociale et financière, au regard de critères nationaux qui maximisent la pénétration de l'assurance tout en minimisant les exclusions,
- **Financière** : il s'agit de structurer des capacités de financement *ex ante* des risques, par régions, par pays et/ou éventuellement avec un périmètre de mutualisation plus large, à définir, jusqu'à celui de l'Union, le cas échéant,
- **Organisationnelle et technique**, notamment par l'orga-

1 On parle bien ici à dessein d'assurabilité et non de tarification. À fortiori ces critères peuvent-ils être tarifaire dans le cas d'une offre d'assurance de marché.

2 L'aléa tempête dépend moins de la localisation géographique que l'inondation, par exemple.

3 D'où la nécessaire complémentarité avec les institutions territoriales de proximité telles que communes, EPCI, syndicats de bassin et EPTB, dont la stratégie de mitigation doit avoir pour premier objectif de réduire au maximum la sinistralité de fréquence (cf. § 4).

nisation de l'incitation économique, réglementaire et/ou normative à la prévention et de la gouvernance de gestion des risques.

Une analyse approfondie des expériences existantes de PPP montre que si la troisième composante semble la plus familière, elle ne suffit souvent pas.

Si, **pour la composante financière, il est dans la logique même de l'économie de marché, pour le secteur privé de se passer ou de limiter au maximum l'intervention de l'État**, le profil d'assurabilité des risques de nombreux pays et/ou les options politiques des États se traduisent effectivement par une intervention publique dans la composante financière, dans des formes de PPP originales. Alors, seule une étroite collaboration entre le gouvernement et le secteur de l'assurance a pu permettre de voir émerger une solution stable et durable.

14.3.2.1 Composante politique

Elle est de **compétence interministérielle avec arbitrage au niveau du chef du gouvernement**. Même si elle met en jeu des principes du domaine de la souveraineté nationale et de l'intérêt général, le secteur de l'assurance peut apporter son assistance pour éclairer la décision gouvernementale dans la détermination :

- de **principes** : de liberté d'assurance des patrimoines et des activités, de solidarité entre assurés et de limitation de l'antisélection, d'équité de traitement des citoyens et des activités au regard des politiques publiques comme au regard des situations d'exclusion par le marché, de recherche d'une coordination internationale au niveau de l'Union,
- d'**objectifs** : en matière de seuils de prise en charge par l'État, des excédents de dommages cumulés, par catégories et par scénarios prospectifs, de développement programmé d'un système national d'indemnisation
- de **politiques** et de **moyens** : d'incitations fiscales à la réduction de la vulnérabilité des enjeux, d'aide sociale pour les insolvables, avec assurance prestataire de services de gestion des sinistres, pour le compte de l'État.

14.3.2.2 Composante financière

Comme évoqué, cette composante peut se réguler naturellement par les forces du marché lorsque les conditions d'assurabilité sont réunies de manière satisfaisante. En revanche, elle requiert un PPP dans tous les autres cas, qui implique de **structurer les sources de financement** *ex ante* et de **prédéterminer leurs niveaux d'intervention respectifs**, en fonction des configurations par pays et associations de catégories de risques :

- **Auto-assurance**/franchise de l'assuré (particulier ou professionnel),
- **Franchise collective** susceptible d'être gérée au niveau d'une collectivité territoriale dédiée au bassin de risque, avec accompagnement juridique approprié pour la reconnaissance de la gestion contractuelle de certaines servitudes d'utilité publique liées aux stratégies de protection mises en œuvre ;
- **Assurance de marché** (incluant la capacité de réassurance allouée au marché), avec accompagnement fiscal approprié quant à la constitution de provisions d'égalisation à niveau suffisant, par les sociétés d'assurance et de réassurance,
- Éventuelle capacité additionnelle ou flottante,
- Éventuelle garantie de l'État et/ou de l'Union, si nécessaire en complément à FSUE.

On reviendra en § 4 sur la franchise collective susceptible d'être gérée par la collectivité territoriale pertinente pour la planification urbaine, l'alerte, etc., en matière d'inondations notamment.

14.3.2.3 Composante organisationnelle et technique : de l'incitation économique à la gouvernance de gestion des risques

D'une **compétence variable, selon les pays, entre ministères en charge de la sécurité civile et en charge de l'environnement**, cette composante doit impérativement faire l'objet d'une coordination entre ces derniers et le ministère de tutelle du secteur des assurances, pour :

- expliciter, par voie réglementaire si nécessaire, en fonction du profil d'assurabilité de certains risques sur le pays, les liens entre conditions de l'assurance et :
  - degré d'exposition (prise en compte de l'urbanisme),
  - degré de vulnérabilité (conformité à des prescriptions techniques et de construction),
- responsabiliser les échelons territoriaux dans la mise en œuvre des dispositifs juridiques et économiques adaptés à la gestion des risques de fréquence,
- organiser le partage de l'information sur les aléas et la vulnérabilité par bassins de risques, ce qui implique notamment pour de faciliter l'accès aux sources d'information d'origine publique (données physiques et de zonage de l'aléa par scénario).

14.4 Ingénierie d'assurance et mitigation

L'assureur peut certes jouer au cas par cas un rôle complémentaire à celui des pouvoirs publics dans la prescription de dispositifs techniques de mitigation. Mais le caractère privé de la relation assureur-assuré et l'importance relative des sommes en jeu rendent cette possibilité plus significative en grands risques industriels, au cas par cas, qu'en assurance de masse[1].

À côté de cette interaction de premier degré, les géographes seront davantage intéressés par deux autres interactions entre assurance et stratégie de mitigation à fort potentiel :

[1] Voir notamment le « Memento pratique du particulier » sur `www.mrn-gpsa.org` et les nombreux guides de l'Association of British Insurers, tels que notamment « Safe as Houses ? flood risk and sustainable communities » ou Modern methods of Construction — Insurance Considerations sur `www.abi.org.uk`.

l'utilisation de l'information géographique et la contractualisation de la mitigation.

14.4.1 Utilisation de l'information géographique sur les aléas, les enjeux et la vulnérabilité

S'il y avait, pour l'ensemble des bassins, accès à des cartes numériques des enveloppes de zones inondées (démarche rétrospective) tout comme des scénarios (démarche prospective), les assureurs pourraient effectivement contribuer à une meilleure connaissance des dommages historiques comme des dommages potentiels, et servir de catalyseurs aux décisions.

C'est d'ailleurs sur ce thème de l'information nécessaire à des actions concrètes de gestion du risque :

- que l'Association française des catastrophes naturelles (AFPCN) et l'Association française de l'information géographique (AFIGEO) ont conjointement édité cette année un Livre blanc[1], au terme d'un processus de trois années de consultations associant l'ensemble des parties intéressées publiques et privées ;
- que la Commission européenne a présenté une communication[2] et s'achemine, en concertation avec un groupe réunissant experts des États membres et représentants des autres parties prenantes (ONG, secteurs professionnels concernés), vers une proposition de directive en aval de la directive cadre sur la gestion des ressources en eau, qui avait totalement ignoré la dimension inondation. En lumière figure la cartographie informative des inondations, avec l'objectif de prévoir au moins trois scénarios d'occurrence de crue : fréquente, peu fréquente, exceptionnelle... objectif a priori très « éducatif », du point de vue des assureurs ;
- que le Comité Européen des Assurances (CEA) vient d'adopter un rapport sur ce thème résultant de trois années de partage d'expériences entre marchés nationaux d'assurances[3] (voir l'exemple d'application en France illustré en annexe).

14.4.2 Contractualisation de la mitigation des risques d'inondation à fréquence

Les établissements publics territoriaux de bassin (EPTB), consacrés par la loi du 30 juillet 2003, sont des maîtres d'ouvrage délégués des communes, départements et régions, pour la réduction de la vulnérabilité des territoires aux inondations, la contractualisation de l'indemnisation des servitudes de sur-inondation et la prise en compte des solidarités amont-aval entre espaces ruraux et espaces urbains sur les risques à fréquence.

En se projetant à quelques années, pour ne pas dire quelques législatures, de là, l'on pourrait imaginer que les préfets, le président de la Caisse Centrale de Réassurance voire les assureurs, comme le prévoit la loi[4], saisissent le Bureau Central de Tarification (BCT). Celui-ci fixerait les majorations de franchise autorisées sur les biens considérés en risque aggravé, c'est-à-dire ceux situés en zone rouge ou éventuellement bleue du PPR. Les établissements publics exerceraient alors plus complètement leur fonction de gestionnaires de la mitigation. Ils mettraient notamment en œuvre des compétences foncières et financières, par exemple d'achat amiable avant ou après sinistre, abondé le cas échéant, par le Fonds Barnier, de gestion contractuelle d'indemnisations pour servitudes de sur-inondation et d'autres éventuelles compensations, accordées par la collectivité, en raison de préjudices, causés par la mise en œuvre de ces stratégies collectives de mitigation.

Sans entrer ici dans des spéculations sur l'amélioration nécessaire des systèmes d'indemnisation des catastrophes naturelles dans des pays européens parmi les plus exposés, ni a fortiori dans d'autres parties du monde, on peut donc raisonnablement penser que ce nécessaire PPP soit amené à s'affiner, envers et contre les résistances de toute nature.

Ainsi, pour ne prendre que cet exemple emblématique, les établissements publics territoriaux, communautés de communes ou d'agglomérations deviendront-ils probablement à leurs territoires ce que les gestionnaires de risques sont aux groupes industriels et commerciaux, en assumant la gestion directe des dommages les plus fréquents : des « captives » ou mutuelles d'assurance particulièrement efficientes. C'est ce qu'on peut souhaiter de meilleur pour la résolution de ce problème de développement durable pour notre société.

14.5 Bibliographie

Benfield Greig (2003) Flood risk & insurance in England & Wales : are there lessons to be learned from Scotland ? Hazard Research Centre.

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)[5] (2000) — Critères pour la détermination et la représentation de cartes mettant en évidence les aléas d'inondation et les risques de dommages.

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)[6] (2002) — Prévention du risque de dommages liés aux inondations : mesures générales et leur efficacité.

1 Livre Blanc : « **s'informer pour mieux prévenir le risque** », 2005. Disponible auprès de AFPCN s/c ENGREF 19 avenue du Maine, 75015 PARIS mail : `afpcn@engref.fr`

2 Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, etc., du 12 juillet 2004 — COM (2004) 472 — sur la **gestion des risques liés aux inondations : prévention, protection et mitigation des inondations.**

3 Rapport « partage d'expériences entre marchés européens de l'assurance sur la cartographie et le zonage des risques d'inondations » téléchargeable sur `www.cea.assur.org`

4 Article L 125-6 du code des assurances et ses décrets et arrêtés d'application sur le BCT

5 Documents téléchargeables sur le site `www.iksr.org`

6 Documents téléchargeables sur le site `www.iksr.org`

Conseil de l'Union européenne (2000) — Water Directors of the E.U. : « Best practice document on flood prevention » (draft may 2003), updating the UN/ECE Guidelines on Sustainable flood prevention.

Établissements cantonaux d'assurance (2001) — Manifeste pour la prévention des dommages éléments naturels. Suisse.

Munich Re, Knowledge series (2004) — Sustainable risk management with geographical underwriting, in Megacities — Megarisks.

Nussbaum Roland (2000) — Pour une géographie économique des risques naturels, in Géocarrefour, vol. 75/3.

Annexe 1 : La mission Risques naturels et ses missions

La **Mission des sociétés d'assurance pour la connaissance et la prévention des risques naturels** (en abrégé : **Mission Risques naturels** ou **MRN**) est une association créée en 2000 entre la Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) et le Groupement des entreprises mutuelles d'assurances (GEMA), suite à une décennie de dommages causés par des événements naturels, qui a culminé en 1999. Son objectif est de promouvoir la connaissance des risques naturels et leur prévention, en tant que contribution du secteur de l'assurance aux politiques de gestion des risques. Ses trois collaborateurs, avec le concours de groupes de travail composés de représentants des sociétés d'assurance et, le cas échéant, de partenaires publics, élaborent et diffusent :

- des méthodes et outils de **connaissance des aléas et de la vulnérabilité**, à commencer par le développement de l'accès à l'information géographique numérique sur les aléas naturels, en provenance des pouvoirs publics et de son utilisation par la profession des assurances ;
- des supports de sensibilisation des assurés à la **prévention**, par type d'aléa, etc. ;
- des brochures et outils de communication pour **l'information des assurés sur le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles et les liens entre assurance et prévention**, en s'appuyant sur un réseau de correspondants départementaux, qui peuvent apporter leur concours aux services de l'État et aux communes, dans leurs obligations nouvelles d'information des administrés sur les liens entre information et prévention, découlant de la loi du 30 juillet 2003.

Son équipe assume en outre des fonctions d'intérêt général de représentation technique de la profession tant vis-à-vis des administrations nationales et territoriales, en étant par exemple associée aux instances de pilotage de projets, que de la société civile, en participant notamment au travaux d'associations telles que l'AFIGÉO l'AFPCN, etc. Son directeur anime le groupe de travail « événements naturels » du Comité européen des assurances (CEA),

Le site portail internet : `www.mrn-gpsa.org` et la **Lettre d'information de la MRN** constituent l'infrastructure de liaison avec les sociétés d'assurance et les partenaires.

Nussbaum Roland (2002) — La place des assurances dans la gestion des risques naturels, in Risques naturels et aménagement en Europe, sous la Direction d'Yvette Veyret, Éd. Armand Colin.

O.E.C.D. (2002) — Flood insurance DAFFE/AS/WD 29.

République Française — Ministère de l'Écologie et du Développement Durable — Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques — : Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2002 (resp. 2003) — retour d'expérience.

Swiss Re, 2003 — Natural catastrophes and man-made disasters in 2002 : high flood loss burden Sigma 2/2003.

Annexe 2 : Une méthode de reconstitution du montant des dommages par bassin versant

Cette méthode a pour origine une volonté de pallier l'absence de chroniques historiques des montants d'indemnités versées par événement inondation, pour répondre aux demandes émanant tant des services de l'État, que des EPTB et autres collectivités territoriales. Les sociétés et mutuelles d'assurance n'ayant pas conservé d'informations sur ces événements, il s'agit de produire une information par une méthode que l'on qualifiera de « synthétique », par opposition à des méthodes analytiques, qui auraient procédé par agrégation des données sur les sinistres.

Pour simplifier, il est nécessaire d'associer chaque commune à un seul bassin versant.

Un système d'information géographique permet alors de déterminer le nombre de logements situés dans l'enveloppe de crue du bassin, auquel est appliqué le coût moyen des dommages causés par les inondations aux particuliers, pour obtenir le montant de l'indemnité versée pour le bassin ou le secteur administratif étudié.

*Le tableau **14.1** et la figure ci-dessous illustrent les résultats obtenus dans la détermination du coût des inondations selon trois scénarios d'occurrence pour le bassin du Tarn et de l'Aveyron sur le secteur de Castres (sources : id + produit Géofla de l'IGN)*

Annexe 3 : Exemple de représentation cartographique de l'aléa

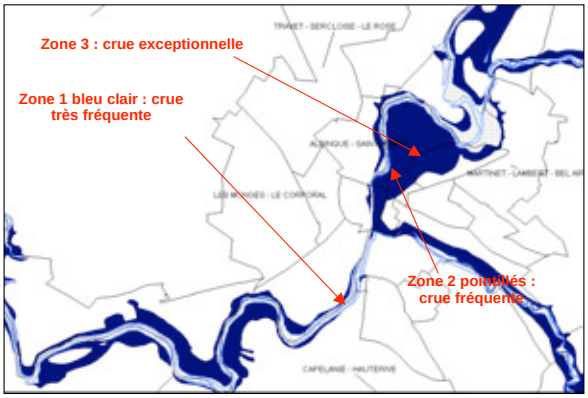


Tableau 14.1 Tableau de résultats en terme de nombre de logements touchés et de montant estimé des dommages, par scénario, pour tout le bassin versant étudié (sources : id + thème habitat de la BD IRIS de l'INSEE + données mises à disposition par la FFSA)

Zone	Scénario crue	Nbre logts sinistrés	% logts bassin	coût moyen associé	Estimation des dommage
1	Très fréquente	420	0,1 %	2,5-5 k€	1-2 M €
2	Fréquente	9 222	3%	10-20 k€ *	90-180 M €
3	Exceptionnelle	27 962	8 %	50-100 k€ *	1 400-2 800 M €

Annexe 4 : Comité européen des assurances (CEA)

Le **Comité européen des assurances (CEA)** est la fédération européenne des associations nationales d'assurance (site : `www.cea.assur.org`). Sa mission est de résoudre les problèmes stratégiques communs à tous les assureurs européens, en commençant par le cadre réglementaire. À ce titre, il représente les marchés de l'assurance européenne auprès des institutions européennes et internationales (OCDE). Son groupe de travail « Événements naturels » réunit des représentants du marché de l'assurance de la plupart des pays membres de l'Union, ainsi que de certains pays candidats à l'accession. L'objet est d'échanger et mettre en commun de l'information sur les pratiques d'assurance et de prévention dans chaque marché, sur les couvertures offertes, la réassurance et les règles de provisionnement technique, mais aussi la cartographie et le zonage du risque, la gestion des sinistres catastrophiques...

Les services de la Commission européenne entreprenant actuellement une étude approfondie des systèmes nationaux de réparation des dommages, la volonté du CEA est de mettre son expérience et sa représentativité des marchés nationaux d'assurance à leur disposition et à celle des États membres, à travers les associations nationales, pour contribuer à expliciter les spécificités de chaque système de couverture dans la recherche de réponses à ces questions de société.

Cet ouvrage a été réalisé par le service des
PUBLICATIONS DE MONTPELLIER III
université Paul-Valéry
publications@univ-montp3.fr
http://publications.univ-montp3.fr

Dépôt légal : 4e trimestre 2006